Maciej Rokiel

RENOWACJE OBIEKTÓW BUDOWLANYCH

Projektowanie i warunki techniczne wykonania i odbioru robót

IZOLACJE
PREZENTUJĄ

nr 3/2013

Wydanie specjalne
miesięcznika IZOLACJE

ISSN 2300-3944
nakład: 8 tys. egz.
cena: 43 zł (w tym 5% VAT)

MGR INŻ. MACIEJ ROKIEL

RENOWACJE OBIEKTÓW BUDOWLANYCH

Projektowanie i warunki techniczne wykonania i odbioru robót

Warszawa 2013

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

Współautorstwo rozdziałów: 1, 3.7, 3.8 i 3.9
Cezariusz Magott

Zespół redakcyjny
Anna Wrona – opracowanie
Jarosław Guzal – redaktor naczelny
Agnieszka Korzeniewska – sekretarz redakcji

Korekta
Monika Mucha

Projekt okładki
Łukasz Gawroński

© Copyright by GRUPA MEDIUM 2013

Wszelkie prawa zastrzeżone. Żadna część tej pracy nie może być powielana czy rozpowszechniana w jakiejkolwiek formie, w jakikolwiek sposób elektroniczny bądź mechaniczny, włącznie z fotokopiowaniem, nagrywaniem na taśmy lub przy użyciu innych systemów bez pisemnej zgody wydawcy.

ISSN 2300-3944

Wydawca i rozpowszechnianie
GRUPA MEDIUM
ul. Karczewska 18, 04-112 Warszawa
tel.: 22 512 60 60

Redakcja techniczna
GRUPA MEDIUM

Skład i łamanie
GRUPA MEDIUM

Druk
Zakłady Graficzne „Taurus”

Warszawa 2013

Publikacja wydana pod patronatem miesięcznika

IZOLACJE
budownictwo | przemysł | ekologia

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

SPIS TREŚCI

O Autorze 7

Wstęp 8

1. Diagnostyka w renowacji – zalecenia ogólne 10
1.1. Najważniejsze parametry oraz definicje określające zachowanie się materiałów pod wpływem wody i wilgoci 10
1.2. Źródła zawilgocenia obiektów 15
1.3. Wybrane przyczyny zawilgocenia obiektów i ich objawy wizualne 17
1.3.1. Ukształtowanie terenu i odprowadzenie wód opadowych 17
1.3.2. Woda podciągana kapilarnie 17
1.3.3. Ominięcie izolacji 18
1.3.4. Bezpośrednie oddziaływanie wód opadowych 18
1.3.5. Kondensacja pary wodnej 19
1.3.6. Higroskopijność materiałów budowlanych 19
1.3.7. Łączne oddziaływanie kilku rodzajów wilgoci 20
1.4. Ogólne zalecenia diagnostyczne 22
1.5. Planowanie prac renowacyjnych 33

2. Przepona pozioma 38
2.1. Materiały iniekcyjne 39
2.2. Wymogi ogólne stawiane podłożu 40
2.3. Zasady ogólne wykonywania prac 43
2.3.1. Iniekcja ciśnieniowa 46
2.3.1.1. Przygotowanie podłoża 46
2.3.1.2. Kontrola stanu podłoża przed rozpoczęciem prac 46
2.3.1.3. Przygotowanie materiału 47
2.3.1.4. Wykonywanie iniekcji 47
2.3.2. Iniekcja grawitacyjna (bezciśnieniowa) 51
2.3.2.1. Przygotowanie podłoża 51
2.3.2.2. Kontrola stanu podłoża przed rozpoczęciem prac 51
2.3.2.3. Przygotowanie materiału 51
2.3.2.4. Wykonywanie iniekcji 51
2.3.3. Iniekcja wstępna wypełniająca pustki 53
2.3.4. Kontrola podczas wykonywania iniekcji 53
2.3.5. Kontrola po wykonaniu robót 55

3. Izolacja pionowa oraz izolacja posadzki 56
3.1. Materiały do wykonywania izolacji powłokowych 58
3.1.1. Bezspoinowe materiały bitumiczne 58
3.1.1.1. Masy asfaltowe 58
3.1.1.2. Polimerowo-bitumiczne, grubowarstwowe masy uszczelniające (masy KMB) 61

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

3.1.2. Bezspoinowe materiały cementowe . . . 63
3.1.2.1. Elastyczne szlamy (mikrozaprawy) uszczelniające . . . 63
3.1.2.2. Sztywne szlamy (mikrozaprawy) uszczelniające . . . 65
3.1.3. Rolowe materiały bitumiczne . . . 65
3.1.4. Rolowe materiały z tworzyw sztucznych . . . 68
3.1.5. Zasady doboru materiałów do wykonywania powłok wodochronnych . . . 68
3.1.6. Wymagania ogólne stawiane uszczelnianemu podłożu . . . 70
3.2. Izolacja z mas asfaltowych i mas KMB . . . 75
3.2.1. Wymagania stawiane podłożu . . . 75
3.2.2. Przygotowanie podłoża . . . 76
3.2.3. Kontrola stanu podłoża przed rozpoczęciem prac . . . 77
3.2.4. Przygotowanie materiału . . . 79
3.2.5. Aplikacja materiału . . . 79
3.2.6. Kontrola podczas wykonywania powłoki wodochronnej . . . 80
3.2.7. Kontrola po wykonaniu robót . . . 83
3.2.8. Ułożenie warstw ochronnych . . . 83
3.3. Izolacja z mikrozapraw (szlamów) uszczelniających . . . 84
3.3.1. Wymagania stawiane podłożu . . . 84
3.3.2. Przygotowanie podłoża . . . 85
3.3.3. Kontrola stanu podłoża przed rozpoczęciem prac . . . 85
3.3.4. Przygotowanie materiału . . . 86
3.3.5. Aplikacja materiału . . . 87
3.3.6. Kontrola podczas wykonywania powłoki wodochronnej . . . 88
3.3.7. Kontrola po wykonaniu robót . . . 91
3.3.8. Ułożenie warstw ochronnych . . . 91
3.4. Izolacja z rolowych materiałów bitumicznych . . . 91
3.4.1. Wymagania stawiane podłożu . . . 91
3.4.2. Przygotowanie podłoża . . . 92
3.4.3. Kontrola stanu podłoża przed rozpoczęciem prac . . . 93
3.4.4. Przygotowanie materiału . . . 94
3.4.5. Aplikacja materiału . . . 94
3.4.5.1. Papy termozgrzewalne . . . 94
3.4.5.2. Membrany samoprzylepne . . . 95
3.4.5.3. Papy klejone masą asfaltową . . . 95
3.4.6. Kontrola podczas wykonywania powłoki wodochronnej . . . 96
3.4.7. Kontrola po wykonaniu robót . . . 96
3.4.8. Ułożenie warstw ochronnych . . . 96
3.5. Izolacja z materiałów rolowych z tworzyw sztucznych . . . 97
3.5.1. Wymagania stawiane podłożu . . . 97
3.5.2. Przygotowanie podłoża . . . 98
3.5.3. Kontrola stanu podłoża przed rozpoczęciem prac . . . 99
3.5.4. Przygotowanie materiału . . . 99
3.5.5. Aplikacja materiału . . . 100
3.5.6. Kontrola podczas wykonywania powłoki wodochronnej . . . 100
3.5.7. Kontrola po wykonaniu robót . . . 100
3.5.8. Ułożenie warstw ochronnych . . . 100
3.6. Warstwy rozdzielające i ochronne . . . 100
3.7. Materiały do wykonywania iniekcji . . . 102
3.7.1. Materiały do iniekcji strukturalnych . . . 102
3.7.2. Materiały do iniekcji kurtynowych . . . 102
3.8. Iniekcja strukturalna . . . 103
3.8.1. Przygotowanie podłoża . . . 104
3.8.2. Kontrola stanu podłoża przed rozpoczęciem prac . . . 104

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

3.8.3. Wykonywanie iniekcji 105
3.8.4. Kontrola podczas wykonywania iniekcji 106
3.8.5. Kontrola po wykonaniu robót 106
3.9. Iniekcja kurtynowa 106
3.9.1. Przygotowanie podłoża 107
3.9.2. Kontrola stanu podłoża przed rozpoczęciem prac 107
3.9.3. Wykonywanie iniekcji 107
3.9.4. Kontrola podczas wykonywania iniekcji 109
3.9.5. Kontrola po wykonaniu robót 109

4. System tynków renowacyjnych 112
4.1. Składniki systemu tynków renowacyjnych 113
4.2. Wymagania ogólne stawiane podłożu pod pierwszą warstwę systemu 119
4.3. Wykonanie systemu tynków dla wysokiego stopnia zasolenia 119
4.3.1. Wymagania stawiane podłożu. 119
4.3.2. Przygotowanie podłoża 120
4.3.3. Kontrola stanu podłoża przed rozpoczęciem prac 122
4.3.4. Przygotowanie materiału 122
4.3.4.1. Obrzutka 122
4.3.4.2. Tynk podkładowy i renowacyjny 123
4.3.4.3. Szpachla wygładzająca 123
4.3.5. Aplikacja systemu 124
4.3.5.1. Tynk podkładowy 124
4.3.5.2. Kontrola podczas nakładania tynku podkładowego 124
4.3.5.3. Pielęgnacja tynku podkładowego 125
4.3.5.4. Kontrola przed nakładaniem tynku renowacyjnego 126
4.3.5.5. Tynk renowacyjny 126
4.3.5.6. Kontrola podczas nakładania tynku renowacyjnego 126
4.3.5.7. Pielęgnacja tynku renowacyjnego 127
4.3.5.8. Kontrola po związaniu tynku renowacyjnego 127
4.3.5.9. Kontrola przed nakładaniem zaprawy wygładzającej 127
4.3.5.10. Zaprawa (szpachla) wygładzająca. 127
4.3.5.11. Kontrola podczas nakładania szpachli wygładzającej. 128
4.3.5.12. Pielęgnacja zaprawy wygładzającej 128
4.3.5.13. Kontrola po związaniu zaprawy wygładzającej 128
4.3.5.14. Kontrola przed wykonaniem wymalowań 128
4.3.5.15. Wykonywanie wymalowań ochronnych 129
4.3.5.16. Kontrola podczas wykonywania wymalowań 129
4.3.5.17. Pielęgnacja wymalowań 129
4.3.5.18. Kontrola po wyschnięciu wymalowań 129
4.4. Wykonanie systemu tynków dla średniego stopnia zasolenia 130
4.4.1. Wymagania stawiane podłożu. 130
4.4.2. Przygotowanie podłoża 130
4.4.3. Kontrola stanu podłoża przed rozpoczęciem prac 130
4.4.4. Przygotowanie materiału 130
4.4.4.1. Obrzutka 130
4.4.4.2. Tynk renowacyjny 130
4.4.4.3. Szpachla wygładzająca 130
4.4.5. Aplikacja systemu 130
4.4.5.1. Tynk renowacyjny – pierwsza warstwa 131
4.4.5.2. Kontrola podczas nakładania pierwszej warstwy tynku renowacyjnego 131
4.4.5.3. Pielęgnacja pierwszej warstwy tynku renowacyjnego 131

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

4.4.5.4. Kontrola przed nakładaniem drugiej warstwy tynku renowacyjnego . . . 131
4.4.5.5. Tynk renowacyjny – druga warstwa . . . 131
4.4.5.6. Kontrola podczas nakładania drugiej warstwy tynku renowacyjnego . . 131
4.4.5.7. Pielęgnacja drugiej warstwy tynku renowacyjnego . . . 131
4.4.5.8. Kontrola po związaniu tynku renowacyjnego . . . 131
4.4.5.9. Kontrola przed nakładaniem zaprawy wygładzającej . . . 132
4.4.5.10. Zaprawa (szpachla) wygładzająca . . . 132
4.4.5.11. Kontrola podczas nakładania szpachli wygładzającej . . . 132
4.4.5.12. Pielęgnacja zaprawy wygładzającej . . . 132
4.4.5.13. Kontrola po związaniu zaprawy wygładzającej . . . 132
4.4.5.14. Kontrola przed wykonaniem wymalowań . . . 132
4.4.5.15. Wykonywanie wymalowań ochronnych . . . 132
4.4.5.16. Kontrola podczas wykonywania wymalowań . . . 132
4.4.5.17. Pielęgnacja wymalowań . . . 133
4.4.5.18. Kontrola po wyschnięciu wymalowań . . . 133
4.5. Wykonanie systemu tynków dla niskiego stopnia zasolenia . . . 133
4.5.1. Wymagania stawiane podłożu . . . 133
4.5.2. Przygotowanie podłoża . . . 133
4.5.3. Kontrola stanu podłoża przed rozpoczęciem prac . . . 133
4.5.4. Przygotowanie materiału . . . 133
4.5.4.1. Obrzutka . . . 133
4.5.4.2. Tynk renowacyjny . . . 133
4.5.4.3. Szpachla wygładzająca . . . 134
4.5.5. Aplikacja systemu . . . 134
4.5.5.1. Tynk renowacyjny . . . 134
4.5.5.2. Kontrola podczas nakładania tynku renowacyjnego . . . 134
4.5.5.3. Pielęgnacja tynku renowacyjnego . . . 134
4.5.5.4. Kontrola po związaniu tynku renowacyjnego . . . 134
4.5.5.5. Kontrola przed nakładaniem zaprawy wygładzającej . . . 135
4.5.5.6. Zaprawa (szpachla) wygładzająca . . . 135
4.5.5.7. Kontrola podczas nakładania szpachli wygładzającej . . . 135
4.5.5.8. Pielęgnacja zaprawy wygładzającej . . . 135
4.5.5.9. Kontrola po związaniu zaprawy wygładzającej . . . 135
4.5.5.10. Kontrola przed wykonaniem wymalowań . . . 135
4.5.5.11. Wykonywanie wymalowań ochronnych . . . 135
4.5.5.12. Kontrola podczas wykonywania wymalowań . . . 135
4.5.5.13. Pielęgnacja wymalowań . . . 136
4.5.5.14. Kontrola po wyschnięciu wymalowań . . . 136
4.6. Badania stwardniałej zaprawy tynkarskiej w obiekcie . . . 136

5. Detale i prace uzupełniające . . . 137
5.1. Detale . . . 137
5.1.1. Wtórna izolacja zewnętrzna (powłokowa) . . . 137
5.1.2. Wtórna izolacja pionowa typu wannowego . . . 139
5.1.3. Iniekcja kurtynowa . . . 142
5.1.4. Iniekcja strukturalna . . . 142
5.2. Iniekcje uszczelniające . . . 143
5.2.1. Dobór iniektu . . . 143
5.2.2. Iniekcje zamykające oraz uszczelniające rysy i pęknięcia . . . 144

Literatura . . . 148

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

O AUTORZE

Maciej Rokiel – mgr inż., absolwent Wydziału Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska Politechniki Łódzkiej. Od kilkunastu lat jest związany z branżą chemii budowlanej. Na łamach prasy fachowej publikuje artykuły dotyczące nowoczesnych technologii i poprawnych rozwiązań technologiczno-materiałowych hydroizolacji balkonów, tarasów, pomieszczeń mokrych i basenów. Zajmuje się również zagadnieniami związanymi z kompleksową renowacją starych, zawilgoconych i zasolonych budynków oraz kosztorysowaniem nowych technologii. Współpracuje z Polskim Stowarzyszeniem Mykologów Budownictwa.

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

WSTĘP

Zagadnienia związane z renowacją należą do trudnych i złożonych. Dotyczy to zwłaszcza prac wykonywanych w obiektach zabytkowych, w których optymalnym rozwiązaniem byłoby powtórzenie oryginalnej technologii, co z różnych względów często okazuje się niemożliwe. W takich sytuacjach należy stosować materiały dobrze współpracujące z materiałem oryginalnym, umożliwiające łatwą naprawę, a niekiedy wielokrotne powtarzanie zabiegów zabezpieczających.

Prace naprawczo-renowacyjne polegają przede wszystkim na odtwarzaniu izolacji poziomej i pionowej, a także rozwiązaniu problemów wynikających z obecności związków soli w zawilgoconym murze. Jeżeli to konieczne, muszą podawać sposoby osuszania obiektu oraz naprawy elewacji. Mogą także obejmować zespół czynności towarzyszących, np. udrożnienie lub zmianę sposobu odprowadzenia wód opadowych, reprofilację terenu czy naprawę lub wykonanie nowych instalacji.

Do renowacji należy podchodzić kompleksowo, na podstawie opracowanego w odniesieniu do danej sytuacji rozwiązania technologiczno-materiałowego, z uwzględnieniem konkretnych produktów. Niezwykle ważne jest, aby podczas wyboru technologii naprawy uwzględnić ograniczenia wynikające z warunków i struktury odnawianego obiektu oraz właściwości zastosowanych materiałów. Nie wolno kierować się jedynie materiałami reklamowymi – producenci podają w nich zalety produktów, nie informują natomiast o ewentualnych ograniczeniach, wadach czy konsekwencjach złego zastosowania.

W każdej sytuacji należy sprawdzić, czy zmiany funkcjonalne nie spowodują późniejszych problemów w eksploatacji. Z zabytkowego dworku nie można bezkrytycznie zrobić np. apartamentu z basenem, sauną, garażem i jacuzzi (co czasem trudno wytłumaczyć inwestorom). Nieprzemyślane zastępowanie oryginalnych wapiennych czy wapienno-cementowych tynków mocnymi cementowymi, wymiana okien na bardzo szczelne z tworzywa sztucznego, nowoczesna aranżacja łazienek z kabiną natryskową lub prysznicem w starym budynku o niesprawnej czy nieistniejącej wentylacji skutkują pojawieniem się kolonii grzybów na ścianach. Wraz z instalacją c.o. i ogrzewaniem podłogowym, umożliwiającymi normalne użytkowanie obiektu, pojawiają się nowe źródła pary wodnej.

Skutkiem lekceważącego podejścia do renowacji i sposobu użytkowania obiektu są zatem nowe kłopoty, najczęściej związane z wilgocią. Przykładowo: stare mury, chociaż bardzo grube, nie spełniają obecnych wymogów termoizolacyjności. Ogrzewanie pomieszczeń dostarcza dużej ilości ciepła, a ogrzane powietrze w zetknięciu z zimnymi ścianami skrapla się na ich powierzchni. Wentylacja (jeżeli istnieje) nie jest w stanie zapewnić odpowiedniej wymiany powietrza i usunąć nadmiaru wilgoci. W takich sytuacjach pierwszym odruchem jest zwykle chęć docieplenia ścian. Skoro są zimne i skrapla się na nich para wodna, to wydaje się, że trzeba je zaizolować, aby nie

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

zachodził efekt skraplania. Ponieważ docieplenie od zewnątrz jest często problematyczne (np. ze względu na tynk renowacyjny lub bogato zdobione elewacje), pojawia się pytanie, czy można docieplać od wewnątrz i jakie materiały będą w danej sytuacji najlepsze (wełna, styropian, płyty klimatyczne). Należy zdawać sobie sprawę, że tego typu próby bez wykonania szczegółowych analiz cieplno-wilgotnościowych jedynie pogorszają sytuację. W ten sposób uda się wprawdzie zapewnić niską wartość współczynnika przenikania ciepła U, ale doprowadzimy do kondensacji pary wodnej. Jeżeli będzie ona w murze, należy ustalić, w której jego części, o jakiej szerokości i gdzie zostanie odprowadzona. Możliwe, że do wnętrza budynku, co pogorszy jeszcze warunki cieplno-wilgotnościowe.

W wielu przypadkach należałoby wykonać obliczenia numeryczne także w odniesieniu do stanu niestacjonarnego (zmiennych warunków temperaturowych i wilgotnościowych, z uwzględnieniem opadów, promieniowania słonecznego itp.). Bez tego może się okazać, że współczynnik U ma wartość czysto teoretyczną, a do wnętrza budynku dostarczone zostanie bardzo dużo wilgoci.

Innym problemem jest mieszanie systemów. Często zapomina się, że materiały w systemach charakteryzują się tzw. przestrzenią dobrej współpracy. Wprowadzenie materiału spoza systemu lub pominięcie jakiejś operacji technologicznej może mieć w przyszłości opłakane skutki.

Osobnym tematem jest jakość wykonywanych robót. Niestety, rynek kieruje się najczęściej kryterium ceny, a prace renowacyjne nie należą do tanich. Skutki ich zaniechania bywają jednak dużo bardziej dotkliwe. Podobnie odstępstwa od opracowanych technologii czy wszelkie zmiany, wynikające np. z nacisków inwestora liczącego na (pozorne) oszczędności lub wykonawcy, który źle skalkulował koszt robót i szuka oszczędności (co przy braku fachowego nadzoru nie jest takie trudne). Ponadto w dokumentacji projektowej pojawiają się ewidentne błędy, wynikające z niewiedzy czy chęci szybkiego zysku, np. pomijanie niektórych podstawowych badań. Nagminne jest również lekceważenie reżimu technologicznego, wymuszane bardzo często przez samych inwestorów podających w specyfikacji istotnych warunków zamówienia terminy nie tylko nierealne ze względu na konieczność wykonywania prac zgodnie ze sztuką budowlaną, lecz także sprzeczne ze zdrowym rozsądkiem. Środki finansowe marnotrawione są przede wszystkim w obiektach, w których przeprowadzenie prac wymaga spełnienia wymogów ustawy o zamówieniach publicznych. Tam jedynym kryterium jest cena. W efekcie zwykle likwiduje się skutki, a nie przyczyny, do tego najtańszą techniką, której w Europie Zachodniej nie stosuje się od ponad trzydziestu lat.

Nie chodzi jednak o to, aby odżegnywać się od nowoczesności w starych obiektach. Renowacja wykonana fachowo, na podstawie starannie opracowanego projektu, przy zastosowaniu przemyślanych rozwiązań technicznych, popartych rzetelną analizą stanu danego obiektu pozwoli potencjalnemu inwestorowi długo cieszyć się pięknem starych dworków i obiektów.

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

1. DIAGNOSTYKA W RENOWACJI – ZALECENIA OGÓLNE

1.1. NAJWAŻNIEJSZE PARAMETRY ORAZ DEFINICJE OKREŚLAJĄCE ZACHOWANIE SIĘ MATERIAŁÓW POD WPŁYWEM WODY I WILGOCI

Gęstość (masa właściwa), ρ

Masa m jednostki objętości suchego materiału V_a bez uwzględniania wielkości porów wewnątrz materiału (materiał w stanie sproszkowanym) [kg/dm^3], [g/cm^3]; wyznaczana według wzoru:

$$\rho = \frac{m}{V_a}$$

Gęstość pozorna (objętościowa), ρ_o

Masa m_s jednostki objętości V suchego materiału w stanie naturalnym z uwzględnieniem objętości porów [kg/dm^3], [g/cm^3]; wyznaczana według wzoru:

$$\rho_o = \frac{m_s}{V}$$

Szczelność, s

Stosunek gęstości pozornej do gęstości suchego materiału; wyznaczany według wzoru:

$$s = \frac{\rho_o}{\rho}$$

gdzie:

ρ_o – gęstość pozorna (objętościowa) [kg/dm^3], [g/cm^3],

ρ – gęstość (masa właściwa) [kg/dm^3], [g/cm^3].

Porowatość, p

Parametr określający część objętości materiału zajmowaną przez pory [%]; wyznaczany według wzoru:

$$p = \left(1 - \frac{\rho_o}{\rho}\right) \cdot 100\% = (1 - s) \cdot 100\%$$

gdzie:

ρ_o – gęstość pozorna (objętościowa) [kg/dm^3], [g/cm^3],

ρ – gęstość (masa właściwa) [kg/dm^3], [g/cm^3].

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

Wilgotność masowa, w_m

Stosunek masy wody znajdującej się w materiale do masy suchego materiału [%]; wyznaczany według wzoru:

$$w_m = \frac{m_w - m_s}{m_s} \cdot 100\% = \frac{m_{wody}}{m_s} \cdot 100\%$$

gdzie:

m_w – masa wilgotnej próbki [kg], [g],

m_s – masa próbki po wysuszeniu do stałej masy [kg], [g],

m_{wody} – masa wody znajdującej się w próbce [kg], [g].

Wilgotność objętościowa, w_o

Stosunek objętości wody znajdującej się w materiale do objętości suchego materiału [%]; wyznaczany według wzoru:

$$w_o = \frac{\frac{m_w - m_s}{\rho_w}}{\frac{m_s}{\rho_o}} \cdot 100\% = w_m \cdot \frac{\rho_w}{\rho_o}$$

gdzie:

m_w – masa wilgotnej próbki [kg], [g],

m_s – masa próbki po wysuszeniu do stałej masy [kg], [g],

ρ_w – gęstość wody [kg/m^3], [g/cm^3],

ρ_o – gęstość objętościowa badanego materiału [kg/m^3], [g/cm^3],

w_m – wilgotność masowa [%].

Wilgotność higroskopijna, w_h

Stosunek masy wody wchłoniętej przez materiał z powietrza w określonych warunkach cieplno-wilgotnościowych (przy określonej wilgotności względnej powietrza) do masy suchego materiału [%]; wyznaczany według wzoru:

$$w_h = \frac{m_w - m_s}{m_s} \cdot 100\%$$

gdzie:

m_w – masa wilgotnej próbki [kg], [g], zawilgoconej do stałej masy w konkretnych warunkach cieplno-wilgotnościowych,

m_s – masa próbki po wysuszeniu do stałej masy [kg], [g].

Pełne nasycenie wilgocią (nasiąkliwość), $w_{maks.}$

Wilgotność masowa próbki w stanie pełnego nasycenia wodą (maksymalna wilgotność masowa) [%]; wyznaczana według wzoru:

$$w_{maks.} = \frac{m_n - m_s}{m_s} \cdot 100\% = \frac{m_{wody}}{m_s} \cdot 100\%$$

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

gdzie:
m_n – masa próbki w stanie nasycenia wodą [kg], [g],
m_s – masa suchej próbki [kg], [g],
m_{wody} – masa wody znajdującej się w próbce [kg], [g].

W praktyce parametr ten oznacza, że cała objętość porów zdolnych do przewodzenia i magazynowania wilgoci jest wypełniona.

Stopień przesiąknięcia wilgocią

Parametr pozwalający na ocenę stanu zawilgocenia muru, określający, jaki procent porów wypełnionych jest wodą. Wyróżnia się:

» higroskopijny stopień przesiąknięcia wilgocią $DFG_{higr.}$ (z niem. *Durchfeuchtungsgrad* – stopień przesiąknięcia wilgocią); wyznaczany według wzoru:

$$DFG_{higr.} = \frac{w_h}{w_{maks.}} \cdot 100\%$$

gdzie:
w_h – higroskopijna wilgotność próbki (masowa) [%],
$w_{maks.}$ – wilgotność w stanie pełnego nasycenia wilgocią (maksymalna wilgotność masowa) [%];

» całkowity stopień przesiąknięcia wilgocią $DFG_{całk.}$; wyznaczany według wzoru:

$$DFG_{całk.} = \frac{w_m}{w_{maks.}} \cdot 100\%$$

gdzie:
w_m – wilgotność masowa próbki [%],
$w_{maks.}$ – wilgotność w stanie pełnego nasycenia wilgocią (maksymalna wilgotność masowa) [%].

Współczynnik przenikania ciepła, U

Iloraz gęstości strumienia ciepła przepływającego między dwoma obszarami powietrznymi przedzielonymi przegrodą przy jednostkowej różnicy temperatur powietrza po obu stronach elementu, wyrażony w stanie ustalonym [W/(m²·K)].

Współczynnik temperaturowy powierzchni wewnętrznej, f_{Rsi}

Bezwymiarowy współczynnik równy ilorazowi różnicy temperatury wewnętrznej powierzchni przegrody oraz powietrza i różnicy temperatury powietrza w pomieszczeniu oraz powietrza zewnętrznego; wyznaczany według wzoru:

$$f_{Rsi} = \frac{\Theta_{si} - \Theta_e}{\Theta_i - \Theta_e}$$

gdzie:
Θ_{si} – temp. wewnętrznej powierzchni [°C],
Θ_i – temp. wewnętrznego powietrza [°C],
Θ_e – temp. zewnętrznego powietrza [°C].

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

Służy do oceny ryzyka powierzchniowej kondensacji pary wodnej. Obliczona wielkość f_{Rsi} przegrody i węzłów konstrukcyjnych (z uwzględnieniem sposobu użytkowania pomieszczenia, jego przeznaczenia oraz zewnętrznych warunków cieplno-wilgotnościowych) musi być nie mniejsza niż wymagana wartość krytyczna podana w normie PN-EN ISO 13788:2003 [1].

Punkt rosy

Temperatura, do której należy ochłodzić powietrze o określonej zawartości pary wodnej (wilgotności), tak aby para ta osiągnęła stan nasycenia.

Stopień zasolenia

Procentowa (w stosunku do masy), określona laboratoryjnie ilość azotanów, siarczanów i chlorków, definiująca obciążenie przegrody szkodliwymi solami. Według instrukcji WTA Merkblatt 2-9-04 [2] jest podstawą do zaprojektowania układu i grubości warstw systemu tynków renowacyjnych.

Współczynnik oporu dyfuzyjnego pary wodnej, μ

Wskaźnik określający, ile razy wyższy jest opór dyfuzyny warstwy materiału od oporu dyfuzyjnego warstwy powietrza o tej samej grubości i w tych samych warunkach.

Zastępczy (porównawczy) opór dyfuzyjny, S_d

Grubość warstwy nieruchomego powietrza, wyrażona w metrach, której opór dyfuzyjny dla pary wodnej jest taki sam jak warstwy materiału o grubości d [m].

System tynków renowacyjnych

Zespół kompatybilnych ze sobą tynków składających się przynajmniej z obrzutki, tynku podkładowego i tynku renowacyjnego, stosowany do kompleksowej renowacji wilgotnych i zasolonych murów. Składnikami uzupełniającymi systemu mogą być szpachla wygładzająca oraz farby do wymalowań.

Obrzutka

Warstwa zaprawy nakładana na podłoże w celu poprawienia przyczepności tynku podkładowego lub renowacyjnego.

Tynk podkładowy WTA

Fabrycznie przygotowana, sucha mieszanka do wykonywania tynków, spełniająca wymagania instrukcji WTA Merkblatt 2-9-04 [2], stosowana do wyrównywania podłoża pod tynk renowacyjny WTA lub jako warstwa systemu magazynująca szkodliwe sole budowlane (w sytuacji wysokiego stopnia zasolenia przegrody).

Tynk renowacyjny WTA

Fabrycznie przygotowana, sucha mieszanka do wykonywania tynków, spełniająca wymagania instrukcji WTA Merkblatt 2-9-04 [2], przeznaczona do wilgotnych/mokrych i zasolonych murów jako warstwo magazynująca szkodliwe sole budowlane.

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

Cienkowarstwowa zaprawa (szlam, mikrozaprawa) uszczelniająca
Jedno- lub dwuskładnikowa wodoszczelna i wodoodporna polimerowo-cementowa powłoka (zaprawa) o gr. 2–3 mm, stosowana do wykonywania bezspoinowych powłok wodochronnych. Szlam elastyczny może mostkować rysy podłoża o szer. rozwarcia nie mniejszej niż 0,5 mm.

Roztwór asfaltowy
Roztwór asfaltu przemysłowego w dyspersji wodnej lub rozpuszczalniku organicznym.

Emulsja asfaltowa
Wielofazowy układ wody, asfaltu, wypełniaczy, emulgatorów i dodatków uplastyczniających oraz – w emulsjach asfaltowych modyfikowanych – polimerów.

Masa asfaltowa
Roztwór asfaltu w dyspersji wodnej lub rozpuszczalnikach organicznych z dodatkiem wypełniaczy i dodatków uszlachetniających oraz – w masach modyfikowanych – polimerów.

Grubowarstwowa, modyfikowana polimerami bitumiczna masa uszczelniająca (masa KMB)
Elastyczna, jedno- lub dwuskładnikowa masa na bazie emulsji bitumicznych, modyfikowana tworzywami sztucznymi (polimerami), do wykonywania uszczelnień przeciwwilgociowych i przeciwwodnych. Może zawierać dodatkowe wypełniacze lub włókna.

Izolacja przeciwwilgociowa
Hydroizolacja wykonywana w części podziemnej i przyziemiu budynku posadowionego powyżej zwierciadła wody gruntowej, gdy nie występuje hydrostatyczne parcie wody opadowej na fundamenty/ściany fundamentowe.

Izolacja przeciwwodna
Hydroizolacja wykonywana w części podziemnej i przyziemiu budynku posadowionego powyżej zwierciadła wody gruntowej, lecz w gruntach nieprzepuszczalnych, gdy występuje hydrostatyczne parcie wody opadowej. Wykonuje się ją również wtedy, gdy fundamenty budynku (lub ich fragmenty) są położone poniżej zwierciadła wody gruntowej.

Papa
Rolowy materiał hydroizolacyjny składający się z osnowy (wkładki) nasyconej (lub nasyconej i powleczonej) bitumem, przeznaczony do wykonywania pionowych lub poziomych izolacji wodochronnych.

Papa termozgrzewalna
Papa o wysokiej zawartości masy bitumicznej, na osnowie z tworzywa sztucznego, mocowana do podłoża przez nadtopienie palnikiem masy znajdującej się na spodniej części wstęgi i dociśnięciu jej do podłoża.

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

Samoprzylepna membrana bitumiczna

Rolowy materiał bitumiczny (papa), którego spodnia część powleczona jest specjalną masą asfaltową i powłoką klejącą, umożliwiającą jego przyklejenie do podłoża.

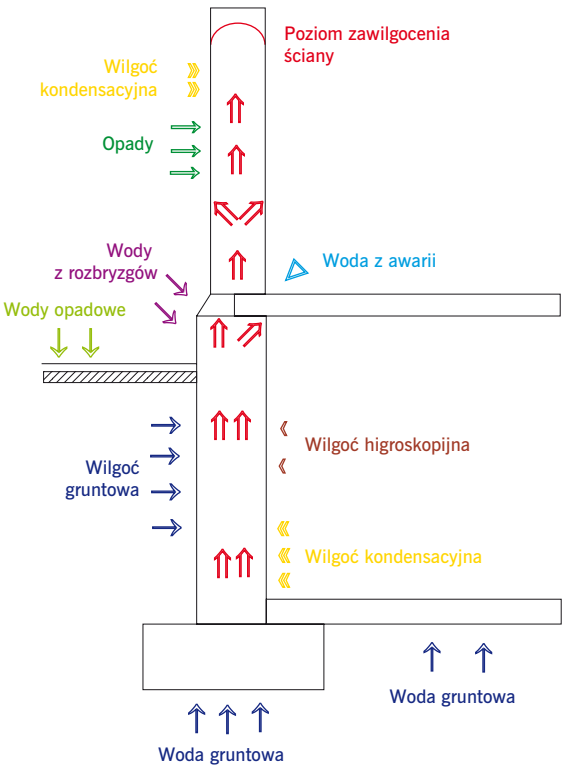
Folia z tworzyw sztucznych

Rolowy materiał hydroizolacyjny z tworzyw sztucznych lub kauczuku, występujący w wersjach jednowarstwowej, zbrojonej wewnątrz siatką lub włókniną, bądź wielowarstwowej, przeznaczony do wykonywania pionowych lub poziomych izolacji wodochronnych.

1.2. ŹRÓDŁA ZAWILGOCENIA OBIEKTÓW

Punktem wyjścia w pracach renowacyjnych jest jednoznaczne i precyzyjne określenie przyczyn zawilgocenia (**RYS. 1.1**). Źródłem może być:

- oddziaływanie wód znajdujących się w gruncie,
- oddziaływanie wód opadowych,
- oddziaływanie wody i wilgoci pochodzącej z instalacji wodociągowych i kanalizacyjnych,
- wilgoć pochodzenia kondensacyjnego,
- higroskopijny pobór wilgoci.



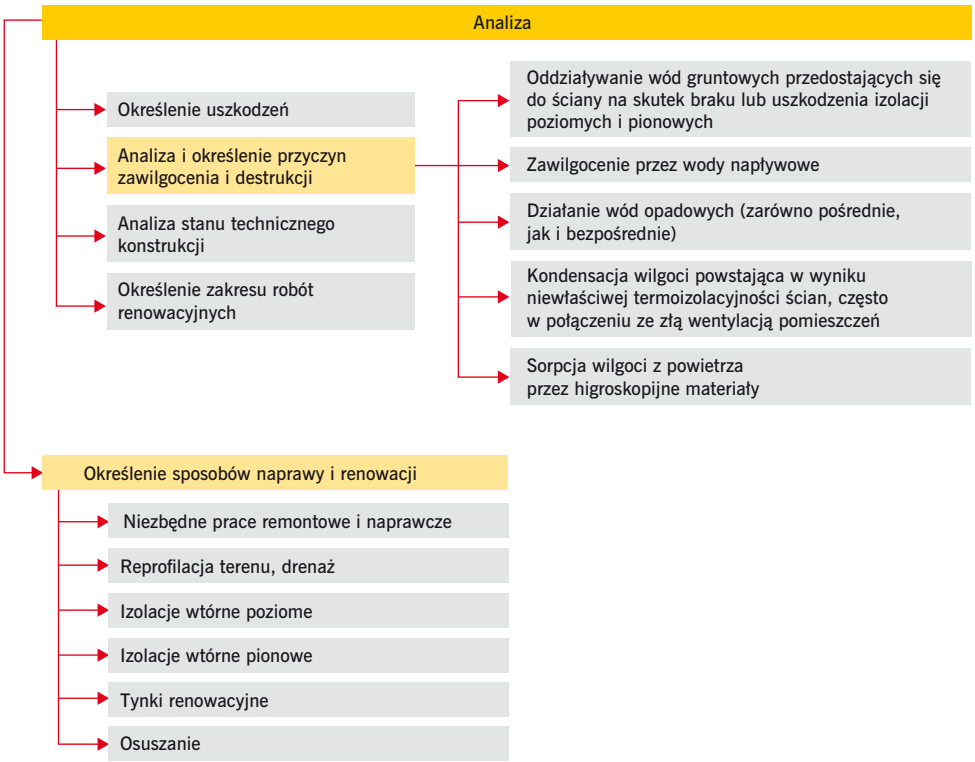
RYS. 1.1. Źródła zawilgocenia; *rys.: archiwum autora*

W zależności od przyczyn zawilgocenia, różne są jego wizualne objawy oraz intensywność procesów destrukcyjnych.

Celem prac naprawczo-renowacyjnych jest trwałe zmniejszenie poziomu zawilgocenia obiektu (najczęściej do 3–6% wilgotności masowej), co umożliwia prowadzenie dalszych prac budowlanych/konserwatorskich/wykończeniowych, a po ich wykonaniu – zapewnia właściwą eksploatację obiektu. Ogólny algorytm postępowania przy pracach renowacyjnych pokazano na **RYS. 1.2**.

Prace naprawczo-renowacyjne obejmują przede wszystkim odtwarzanie izolacji poziomej i pionowej. Muszą rozwiązywać problemy związane z obecnością związków soli w zawilgoconym murze, podawać sposoby osuszania obiektu (np. za pomocą osuszaczy absorpcyjnych, kondensacyjnych itp.) oraz naprawy elewacji (czyszczenie, spoinowanie,

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613


Analiza
Określenie uszkodzeń
Analiza i określenie przyczyn zawilgocenia i destrukcji
Analiza stanu technicznego konstrukcji
Określenie zakresu robót renowacyjnych
Oddziaływanie wód gruntowych przedostających się do ściany na skutek braku lub uszkodzenia izolacji poziomych i pionowych
Zawilgocenie przez wody napływowe
Działanie wód opadowych (zarówno pośrednie, jak i bezpośrednie)
Kondensacja wilgoci powstająca w wyniku niewłaściwej termoizolacyjności ścian, często w połączeniu ze złą wentylacją pomieszczeń
Sorpcja wilgoci z powietrza przez higroskopijne materiały
Określenie sposobów naprawy i renowacji
Niezbędne prace remontowe i naprawcze
Reprofilacja terenu, drenaż
Izolacje wtórne poziome
Izolacje wtórne pionowe
Tynki renowacyjne
Osuszanie

RYS. 1.2. **Ogólny algorytm postępowania podczas prac renowacyjnych;** *rys.: archiwum autora*

wzmacnianie podłoży, hydrofobizację, scalanie kolorystyczne, naprawę spękanych tynków itp.). Muszą także uwzględniać czynności towarzyszące, takie jak wykonanie nowych instalacji sanitarnych, grzewczych, elektrycznych, wentylacyjnych lub klimatyzacyjnych, udrożnienie bądź zmianę sposobu odprowadzenia wód opadowych czy wreszcie reprofilację otaczającego terenu.

Podczas opracowywania technologii prac naprawczo-renowacyjnych każdy obiekt należy traktować indywidualnie. W obiektach zabytkowych, w których powtórzenie oryginalnej technologii nie zawsze jest możliwe (w skrajnych przypadkach nie musi być także najlepszym rozwiązaniem), należy stosować materiały dobrze współpracujące z materiałem oryginalnym, pozwalające na łatwą naprawę i wielokrotne powtarzanie zabiegów zabezpieczających. Trzeba także uwzględnić przyszły sposób użytkowania obiektu, jednak związane z tym wymagania muszą być dostosowane do realnych możliwości przeprowadzenia prac.

Oddziaływanie wilgoci w murze ściśle związane jest z budową materiałów. Transport wilgoci odbywa się zawsze przez system porów i kapilar w strukturze materiałów. Aby poprawnie określić przyczyny zawilgocenia i podjąć odpowiednie środki zaradcze, należy posiadać wiedzę o strukturze zawilgoconych materiałów i ich właściwościach. Właściwości materiałów budowlanych (cegieł, zapraw, kamieni) określane są przez wiele parametrów, w tym przypadku najistotniejsze są te, które charakteryzują strukturę materiału i jego zachowanie pod wpływem wody i wilgoci

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

(omówione w rozdziale „Najważniejsze parametry oraz definicje określające zachowanie się materiałów pod wpływem wody i wilgoci” ☞ 1.1), a mianowicie:

- gęstość,
- gęstość objętościowa,
- porowatość,
- wilgotność,
- stopień przesiąknięcia wilgocią,
- współczynnik oporu dyfuzyjnego/równoważny opór dyfuzyjny dla pary wodnej.

1.3. WYBRANE PRZYCZYNY ZAWILGOCENIA OBIEKTÓW I ICH OBJAWY WIZUALNE

1.3.1. UKSZTAŁTOWANIE TERENU I ODPROWADZENIE WÓD OPADOWYCH

Przyczyną zawilgocenia obiektu może być układ warstw gruntu i/lub spadek terenu kierujący wodę opadową w stronę budynku. W takiej sytuacji na ścianach murowanych objawy uwidoczniają się zazwyczaj w postaci plam (**FOT. 1.1–1.2**). Objawy te mogą być niewidoczne na ścianach drewnianych (nawet otynkowanych).

1.1

1.2

FOT. 1.1–1.2. **Zawilgocenie spowodowane zalewaniem terenu przez wodę opadową spływającą po powierzchni (budynek poddano wcześniej nieskutecznej renowacji);** *fot.: archiwum autora*

1.3.2. WODA PODCIĄGANA KAPILARNIE

Zdolność podciągania kapilarnego zależy od warunków gruntowych (rodzaju i układu warstw gruntu, ukształtowania terenu, a także poziomu wody gruntowej), rodzaju materiału oraz średnicy kapilar. Silne podciąganie charakterystyczne jest dla gliny, nie występuje natomiast w przypadku grubego piasku i żwiru.

W murach wysokość podciągania zależy od rodzaju muru, np. cegła na zaprawie wapienno-cementowej czy cementowej podciąga kapilarnie wodę całym przekrojem. Objawem wskazującym na podciąganie kapilarne jest pas zawilgocenia o prawie stałej wysokości (**FOT. 1.3–1.6**).

W przypadku zawilgocenia na skutek podciągania kapilarnego wysokość zawilgocenia ścian wewnętrznych jest wyższa niż ścian zewnętrznych (odwrotnie niż w przypadku zawilgacania

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

1.3

1.4

1.5

1.6

FOT. 1.3–1.6. **Objaw podciągania kapilarnego – pas zawilgocenia o prawie stałej wysokości;** *fot.: archiwum autora*

wodą rozproszoną, pochodzącą np. z opadów – tutaj poziom zawilgocenia ścian zewnętrznych jest nieregularny i z reguły wyższy niż ścian wewnętrznych). Szczelne wymalowanie lub okładzina zwiększają wysokość kapilarnego podciągania wilgoci.

1.3.3. OMINIĘCIE IZOLACJI

Proces podnoszenia się poziomu gruntu przy ścianach jest zazwyczaj długotrwały i powolny. Może być spowodowany np. zmianą użytkowania przyległego terenu.

Zawilgocenie, początkowo niezauważalne, nasila się z upływem czasu i wiąże się z transportem szkodliwych soli, jeżeli przyległy teren (np. trawnik, klomby, rabatki) był regularnie nawożony i podlewany.

Czasami zdarza się, że dywaniki asfaltowe, które służą naprawianiu chodników przyległych do ścian zewnętrznych budynku, omijają izolację poziomą przegród, ponieważ ich poziom przewyższa poziom istniejącej przepony poziomej.

1.3.4. BEZPOŚREDNIE ODDZIAŁYWANIE WÓD OPADOWYCH

Objawy oddziaływania wód opadowych pokazano na **FOT. 1.7–1.9**. W takich sytuacjach prace renowacyjne muszą uwzględniać naprawę dachu, odwodnień itp.

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

1.7

1.8

1.9

FOT. 1.7–1.9. **Objawy oddziaływania wód opadowych;** *fot.: archiwum autora*

1.3.5. KONDENSACJA PARY WODNEJ

Przyczynami kondensacji pary wodnej w budynku jest zbyt mała izolacyjność termiczna ścian (ciepłe powietrze wewnątrz budynku skrapla się na przegrodach, zwłaszcza w miejscach występowania mostków termicznych – problem ten występuje zazwyczaj zimą) lub zbyt duża bezwładność termiczna budynku. Wiosną i latem masywne, grube ściany, stropy lub sklepienia nagrzewają się stosunkowo wolno, dlatego napływające z zewnątrz cieplejsze powietrze w zetknięciu z chłodną powierzchnią przegrody się skrapla (**FOT. 1.10–1.14**).

Problemy związane z inercją termiczną mogą dotyczyć zarówno poszczególnych elementów, jak i całego budynku.

1.3.6. HIGROSKOPIJNOŚĆ MATERIAŁÓW BUDOWLANYCH

Źródłem poboru wilgoci z otaczającego powietrza są przede wszystkim szkodliwe sole budowlane. Związki te są silnie higroskopijne, wiążą parę wodną, rozpuszczają się i powodują zawilgocenia. Ich objawem są nieregularne, wilgotne lub mokre plamy, pojawiające się i znikające w zależności od warunków atmosferycznych (cieplno-wilgotnościowych) (**FOT. 1.15–1.18**).

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

1.10

1.11

1.12

1.13

FOT. 1.10–1.14. **Kondensacja wilgoci na powierzchni przegrody oraz hydroizolacji;** *fot.: archiwum autora*

1.14

1.3.7. ŁĄCZNE ODDZIAŁYWANIE KILKU RODZAJÓW WILGOCI

Bardzo rzadko zdarza się, aby jedyną przyczyną zawilgocenia było podciąganie kapilarne. Wyłącznie na podstawie obrazu zawilgocenia nie można więc określić przyczyn jego powstania (**FOT. 1.19–1.20**).

W miarę pozioma, znajdująca się na tej samej wysokości linia wskazuje na zawilgocenie na skutek podciągania kapilarnego. Nieregularne, ciemne plamy świadczą o higroskopijnym poborze wilgoci przez zasolony tynk. Plamy i zabrudzenia w dolnej części muru nad poziomem terenu to natomiast objawy oddziaływania wody rozbryzgowej. Łączne oddziaływanie kilku rodzajów wilgoci (rozbryzgowej, wchłoniętej higroskopijnie i kapilarnie) pokazano na **FOT. 1.21–1.23**.

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

1.15

1.16

1.17

1.18

FOT. 1.15–1.18. **Objawem higroskopijnego poboru wilgoci przez szkodliwe sole budowlane są nieregularne, wilgotne lub mokre plamy, pojawiające się i znikające w zależności od warunków atmosferycznych;** *fot.: archiwum autora*

1.19

1.20

FOT. 1.19–1.20. **Bardzo rzadko zdarza się, żeby występowała tylko jedna przyczyna zawilgocenia;** *fot.: archiwum autora*

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

FOT. 1.21–1.23. **Łączne oddziaływanie kilku rodzajów wilgoci (rozbryzgowej, wchłoniętej higroskopijnie i podciągania kapilarnego);** *fot.: archiwum autora*

1.4. OGÓLNE ZALECENIA DIAGNOSTYCZNE

Główne zagadnienia związane z diagnostyką zawarto przede wszystkim w następujących instrukcjach WTA:

» WTA Merkblatt 4-5-99, „Beurteilung von Mauerwerk. Mauerwerkdiagnostik" [3] (diagnostyka muru),

» WTA Merkblatt 4-11-02, „Messung der Feuchte von mineralischem Baustoffen" [4] (bilans wilgoci),

» WTA Merkblatt 2-9-04, „Sanierputzsysteme" [2] (system tynków renowacyjnych),

» WTA Merkblatt 4-4-04, „Mauerwerksinjektion gegen kapillare Feuchtigkeit" [5] (iniekcje chemiczne przeciw wilgoci podciąganej kapilarnie),

» WTA Merkblatt 4-6-05, „Nachträgliches Abdichten erdberührter Bauteile" [6] (wtórne izolacje części budynków i budowli zagłębionych w gruncie),

» WTA Merkblatt 4-7-02, „Nachträgliche mechanische Horizontalsperre" [7] (odtwarzanie izolacji poziomej metodami mechanicznymi).

Zgodnie z instrukcją WTA nr 4-5-99 [3] podczas oględzin przeprowadza się następujące badania:

» badania struktury muru za pomocą wierceń, metod endoskopowych, termografii (typowe badanie),

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

- badania szerokości rozwarcia i głębokości rys (typowe badanie),
- badania zmian szerokości rozwarcia rys,
- wykrywanie obecności pustek,
- oznaczenie zawilgocenia – wilgotności masowej za pomocą np. metody CM, wagosuszarki itp. (typowe badanie),
- oznaczenie chłonności kapilarnej (za pomocą rurki Karstena),
- oznaczenie obecności soli (typowe badanie),
- określenie warunków cieplno-wilgotnościowych (typowe badanie),
- badania parametrów wytrzymałościowych (np. młotkiem Schmidta, metodą „pull-off"),
- badania otaczającego gruntu/badania geologiczne (typowe badanie).

Wywiad z użytkownikiem i/lub właścicielem obiektu może dostarczyć informacji na temat poziomu wód powierzchniowych w zbiornikach lub ciekach wodnych znajdujących się w pobliżu (czy i jak często dochodziło do spiętrzeń doprowadzających do podniesienia się wód gruntowych wokół budynku). Dodatkowo może pomóc w odpowiedzi na pytanie, czy w przeszłości nie nastąpiła zmiana poziomu otaczającego terenu lub sposobu użytkowania.

Istotnym elementem diagnostyki może być analiza historyczna na podstawie zachowanych dokumentów. Wyjaśnia ona, w jaki sposób doszło do powstania budowli oraz jaki jest rodzaj jej posadowienia.

W obiektach zabytkowych należy się liczyć z brakiem ściśle wyodrębnionego konturu fundamentów. Przy znacznej niekiedy grubości ścian piwnicznych fundamentem zasadniczo jest obrys grubości samej ściany przyziemia, niekiedy można spotkać ławy fundamentowe z odsadzkami lub rozszerzające się skośnie ku dolnej krawędzi fundamentu. W niektórych obiektach dominują posadowienia pośrednie na palach lub rusztach drewnianych (**FOT. 1.24–1.25**) (co determinuje możliwość wykonania drenaży powierzchniowych lub opaskowych wokół obiektu). Z dokumentów (planów, rysunków, szkiców, zachowanych zdjęć lub opracowań historycznych) wynikać może, jakich nieistniejących fragmentów ścian fundamentowych należy się spodziewać, odkopując budynek w celu wykonania izolacji pionowych.

Oględziny budynku i otoczenia powinny być ukierunkowane na analizę istniejącego stanu konstrukcji oraz przyczyn zawilgocenia, uwzględniającą określenie warunków gruntowo-wodnych

1.24

1.25

FOT. 1.24–1.25. **Dzięki odkrywkom można stwierdzić obecność fundamentów nieistniejących ścian;** *fot.: archiwum autora*

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

oraz wpływ ukształtowania terenu na możliwość napływu wód. Należy także zwrócić uwagę na umiejscowienie innych źródeł wody i wilgoci (np. uszkodzeń instalacji wodno-kanalizacyjnych, przecieków przez nieszczelne dachy, uszkodzonych obróbek blacharskich). Pozwala to na wyciągnięcie pierwszych wniosków co do stanu technicznego obiektu oraz ukierunkowanie zakresu dalszych działań.

Kolejnym etapem są szczegółowe oględziny budynku i opis jego stanu technicznego, obejmujący: rodzaj murów, ich stan i układ, układ pomieszczeń, obecność piwnic, stan izolacji (lub jej brak), z uwzględnieniem poziomu zawilgocenia i zasolenia (analizy ilościowej i jakościowej), ustalenie obecności grzybów domowych i pleśniowych oraz analizę cieplno-wilgotnościową (dotyczącą wilgoci kondensacyjnej i mostków termicznych).

Oględziny wewnątrz warto rozpocząć od najniżej położonych części budynku, czyli od piwnic lub parteru (jeśli budynek jest niepodpiwniczony). Należy szukać wykwitów, złuszczeń, plam, odspojonej farby, osypującego się tynku itp. W piwnicy należy sprawdzić wilgotność ścian i podłóg/posadzek, ze szczególnym uwzględnieniem obszarów styku posadzka–ściana, przy przejściach rurowych, oknach piwnicznych oraz małych zamkniętych pomieszczeniach, pod schodami itp. W budynkach niepodpiwniczonych należy skontrolować wilgotność ścian w obszarze przypodłogowym oraz wilgotność podłóg. Szczególnie starannie (pomimo oględzin z zewnątrz) należy sprawdzać, czy nie występuje zawilgocenie w obszarze okien czy naświetli (**FOT. 1.26–1.30**). Warto także zwrócić uwagę na naroża i narożniki oraz na ściany całkowicie zabudowane (np. meblościankami), a także na ościeżnice i szyby okien. Od wewnątrz należy szukać również oznak zawilgocenia spowodowanego nieszczelnością pokrycia dachowego, uszkodzeniami obróbek blacharskich, rynien czy rur spustowych, a także innych miejsc zawilgoceń, których nie da się wytłumaczyć przeciekami czy zalaniem (np. miejsc mostków termicznych – przemarzanie przegród i związana z tym kondensacja wilgoci na wewnętrznej powierzchni przegród czy kondensacja międzywarstwowa).

Oględziny zewnętrzne powinny być ukierunkowane na stan i szczelność dachu oraz odwodnienia (rynien, rur spustowych). Chodzi przede wszystkim o potencjalne miejsca zawilgocenia, takie jak uszkodzenia pokrycia dachowego, stan instalacji odwodnieniowych, obróbki blacharskie, okapy, uszkodzenia w obrębie balkonów czy tarasów, przecieki w obszarze stolarki (parapety). Szczególnie starannie należy obejrzeć wszelkie dylatacje, zauważone spękania i rysy oraz miejsca połączeń materiałów o różnych właściwościach.

Jeżeli budynek jest ocieplony, należy obejrzeć górne ościeża, czasami można bowiem zaobserwować skropliny wypływające spod termoizolacji (będące konsekwencją kondensacji pary wodnej między warstwą termoizolacji a ścianą).

Konieczne jest określenie struktury budowy przegród. Należy zwrócić uwagę na budynki historyczne, budowane w czasach, kiedy nie było dróg bitych, a budowle mogły powstawać w miejscach podkładów z gliny i źródeł wody. Cegła wypalana w piecach polowych była wówczas materiałem relatywnie drogim. Konsekwencją było budowanie murów „żebraczych", w których występował rdzeń z innych (mniej wartościowych) materiałów niż licowe warstwy muru. Renowacja takich fragmentów musi na etapie projektowania podlegać dogłębnej analizie (**FOT. 1.31–1.33**). Bardzo często w murach występują także podłużne (najczęściej nieregularne) pustki służące zazwyczaj rozdzieleniu różnych rodzajów muru. W murach o małej stateczności cieplnej podłużne pustki powietrzne o szer. 4–8 cm stanowiły rodzaj ocieplenia ściany.

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

1.26

1.27

1.28

1.29

1.30

FOT. 1.26–1.30. **Tego typu zawilgocenia wymagają wyjątkowo starannej diagnostyki;** *fot.: archiwum autora*

Bardzo istotne jest zwrócenie uwagi na objawy wskazujące na wystąpienie korozji biologicznej, a więc (poza podwyższoną wilgotnością przegród) głównie na:

- specyficzny zapach stęchlizny,
- podwyższoną wilgotność drewna,
- łuszczenie się/odpadanie warstw wykończeniowych,
- zmianę struktury drewna i jego koloru,
- pojawienie się spękań niebędących typowym objawem zachowania się drewna, np. o pryzmatycznym układzie, spowodowanym brunatnym rozkładem drewna przez grzyby wytwarzające enzym celulolityczny (rozkładające jasną włóknistą celulozę) (**FOT. 1.34**),
- zapadanie się podłóg,

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

1.31

1.32

1.33

1.34

FOT. 1.31–1.33. **Renowacja (a zwłaszcza wtórna izolacja pozioma) takich murów musi na etapie projektowania podlegać dogłębnej analizie;** *fot.: archiwum autora*

FOT. 1.34. **Podłoga na gruncie – widok od spodu. Pryzmatyczne spękanie belki (tzw. rozkład brunatny) świadczy o zaawansowanych procesach destrukcyjnych;** *fot.: archiwum autora*

» nadmierne ugięcia elementów drewnianych (np. stropów, powodujące problemy z otwarciem drzwi),

» głuchy dźwięk podczas opukiwania elementów drewnianych.

O korozji biologicznej świadczy również występowanie któregokolwiek ze stadiów rozwoju grzybów domowych (np. sznurów, owocników) lub grzybów pleśniowych. Oznaką mogą być także otwory wylotowe po owadach.

Ze względu na to, że objawy korozji biologicznej nie zawsze są widoczne, należy zwracać szczególną uwagę na objawy utraty nośności elementów (wspomniane wcześniej ugięcia) oraz na miękkość drewna (skuteczną metodą sprawdzenia jest nakłucie ostrym przedmiotem, np. nożem).

Grzyby występują najczęściej w następujących miejscach:

» na stykach elementów drewnianych z murem (np. w miejscach oparcia belek stropowych, podwalinach, murłatach, miejscach oparcia krokwi itp.),

» na połączeniach drewnianych elementów więźby dachowej (**FOT. 1.35**),

» na elementach typu podsufitki, polepy, ślepe podłogi, drewniana stolarka itp.,

» na podłodze drewnianej na gruncie (np. na belkach, deskach) – elementy te należy zbadać także od spodu (**FOT. 1.36–1.37**),

» na tylnej ściance (od strony ściany) szaf czy meblościanek drewnianych.

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

1.35

1.36

1.37

FOT. 1.35. **Krokiew i deskowanie połaci zaatakowane przez grzyba domowego właściwego (*Serpula lacrymans*);** *fot.: archiwum autora*

FOT. 1.36. **Podłoga na gruncie (widok od spodu) zaatakowana przez grzyba domowego właściwego (*Serpula lacrymans*). Wyraźnie widoczny zwisający z belki wykształcony owocnik. Bordowe zabarwienie jest skutkiem rozsiewania zarodników;** *fot.: archiwum autora*

FOT. 1.37. **Drewniany strop nad piwnicą w budynku murowanym. Bardzo zaawansowane stadium rozwoju grzyba (*Serpula lacrymans*);** *fot.: C. Magott*

Elementy drewniane należy opukać. Dobrą metodą sprawdzenia jest nakłucie ostrym narzędziem. W razie braku wizualnych objawów porażenia konieczne może być pobranie próbek do badań laboratoryjnych.

Jeżeli badania wykażą obecność grzybów (zwłaszcza grzyba domowego właściwego), należy sprawdzić przyległą powierzchnię muru w promieniu 1–1,5 m (po skuciu tynku), a w przypadku grzyba domowego właściwego bezwzględnie sprawdzić, czy nie rozprzestrzenił się on za pomocą sznurów (ryzomorfów) do sąsiednich pomieszczeń (sznury są w stanie przedostać się przez murowane ściany).

Miejsca wykonywania odkrywek należy udokumentować, a porażone elementy opisać z uwzględnieniem przyczyn oraz stopnia zniszczenia. Konieczne może być także wykonanie obliczeń sprawdzających nośność, zwłaszcza w sytuacji istotnego zmniejszenia przekroju elementu na skutek porażenia.

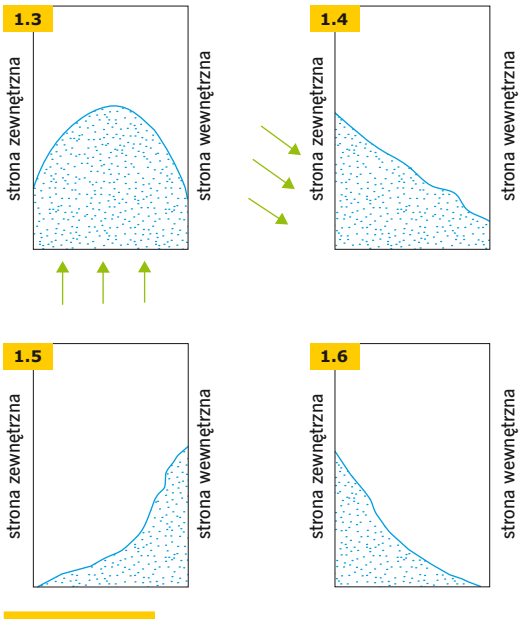
Tak ukierunkowane czynności diagnostyczne pozwalają na ocenę niebezpieczeństwa dalszego rozprzestrzeniania się korozji biologicznej oraz ocenę jej intensywności (w niektórych sytuacjach czas reakcji należy liczyć w tygodniach, a nie – miesiącach).

Ważną funkcję pełną odkrywki. Szczególnie w budynkach zabytkowych zdarza się, iż warstwy gruntu przyległe do ścian fundamentowych ulegały wielokrotnemu przemieszczeniu na skutek różnorodnych zdarzeń, co ma wpływ na umiejscowienie projektowanych wtórnych izolacji wodochronnych. Odkrywki są także konieczne do określenia położenia i przebiegu instalacji oraz konstrukcji podziemnych pozostawionych w przeszłości wokół budynku. Może się zdarzyć, że ściany fundamentowe są rozszerzane u podstawy, co powinno być uwzględniane w później-

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

szym projektowaniu prac naprawczo-renowacyjnych. Poza tym nie wszystkie fundamenty w obiekcie muszą być posadowione na tym samym poziomie, co można stwierdzić podczas wykonywania odkrywki. Takie badania pozwalają także na określenie stanu ścian przyziemia. Najczęściej konieczna jest naprawa lub wzmocnienie przegród przed założeniem późniejszych izolacji. Zdarza się, iż odkrywki ostatecznie wykluczają lub potwierdzają konieczność wykonania zewnętrznego drenażu opaskowego lub wymiany gruntu.

Na tym etapie diagnostyki wykonuje się badania „in situ", czyli (w zależności od potrzeb) pomiary zawilgocenia, temperatury, badania wytrzymałościowe, np. młotkiem Schmidta, oznaczenie pH, określenie możliwości wystąpienia kondensacji pary wodnej (oznaczenie punktu rosy) itp., oraz tworzy się dokumentację fotograficzną.



RYS. 1.3–1.6. **Rozkład wilgoci w przekroju muru w zależności od przyczyny zawilgocenia: kapilarny pobór wilgoci (1.3), zawilgocenie na skutek opadów atmosferycznych (1.4), wilgoć kondensacyjna (1.5), zawilgocenie na skutek higroskopijnego wchłaniania wilgoci (1.6);** *rys.: archiwum autora*

Jednym z podstawowych badań jest oznaczenie zawartości wilgoci w materiale przegrody. Ze względu na różną budowę (różne wielkości – makropory, mezopory i mikropory oraz rozkład porów), różny jest sposób wchłaniania wilgoci oraz jej związania ze strukturą materiału.

Źródeł zawilgocenia budynków może być kilka, niektóre z nich dają bardzo charakterystyczne objawy, jednak rzadko występuje jedna konkretna przyczyna. Aby opracować skuteczne przeciwdziałanie, trzeba określić na etapie diagnozy, czy mamy do czynienia z wilgocią podciąganą kapilarnie, wilgocią higroskopijną czy też może z zalewaniem (np. przez wody opadowe). Każde z tych zawilgoceń daje specyficzny rozkład wilgoci (mapę zawilgocenia – **RYS. 1.3–1.6**), ustalany na etapie oględzin obiektu i wykonywania badań laboratoryjnych.

Wybór miejsca pobierania próbek powinien uwzględniać specyfikę konkretnego obiektu, warunki jego eksploatacji, stan techniczny, widoczne objawy degradacji oraz zawilgocenia. Podstawą takiej analizy jest wykonanie mapy zawilgoceń (rozkładu zawilgocenia na długości przegrody, na jej wysokości oraz w przekroju). Podstawowym miejscem pomiarów zawilgocenia przegród podczas wykonywania robot remontowych (lub w normalnej eksploatacji) jest wys. ok. 50 cm powyżej poziomu posadzki (w bardziej szczegółowych badaniach, gdy pojawiają się wątpliwości co do przyczyny zawilgocenia, pomiarów dokonuje się w charakterystycznych miejscach przegrody na wys. 0,1 m, 0,5 m, 1 m, 1,5 m oraz 2 m nad posadzką). W odniesieniu do ścian piwnicznych zewnętrznych, które mogą wysychać tylko przez wewnętrzną stronę, próbki należy pobierać w połowie grubości ściany. W odniesieniu do ścian wewnętrznych lub zewnętrznych odsłoniętych – na głębokości 1:3–1:4 grubości muru.

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

Najczęściej spotyka się następujące metody pobierania próbek:

» rdzenie wiertnicze o średnicy 10 cm i długości przynajmniej 12 cm – do badań parametrów wytrzymałościowych i określenia bilansu wilgoci,

» rdzenie wiertnicze o średnicy przynajmniej 3 cm i długości przynajmniej 5 cm – do badań struktury muru, określenia bilansu wilgoci i oznaczenia stopnia zasolenia muru,

» zwierciny w ilości 20–100 g na próbkę – do badań struktury muru, określenia bilansu wilgoci i oznaczenia stopnia zasolenia muru.

Z innych metod warto wymienić: wycinanie, wykuwanie lub zeskrobywanie materiału na próbkę do badań.

Wilgotność może być badana metodami bezpośrednimi (niszczącymi) oraz pośrednimi (nieniszczącymi) – chemicznymi i fizycznymi. Wykonanie pomiaru metodami bezpośrednimi polega na wycięciu próbek z muru, zważeniu w stanie zawilgoconym oraz po wysuszeniu w odpowiedniej temp. (zazwyczaj +105°C lub +40°C – jeżeli badany materiał zawiera gips) do stałej masy. Transport próbek do laboratorium musi odbywać się w warunkach uniemożliwiających zmianę parametrów, np. w hermetycznie zamykanych pojemnikach. Taki sam pomiar można wykonać także bezpośrednio na budowie za pomocą wagosuszarek.

Jako metodę półpośrednią zaliczyć można metodę karbidową CM: do określenia ilości wilgoci w próbce stosuje się fiolki ze ściśle odmierzoną ilością karbidu. Badanie polega na pobraniu niewielkich ilości materiału przegrody, a następnie włożeniu go (wraz z fiolką zawierającą karbid) do hermetycznie zamykanego pojemnika z manometrem. Zgniecenie fiolki z karbidem powoduje reakcję chemiczną. Dzięki odczytaniu na manometrze ciśnienia powstałego w wyniku reakcji acetylenu, można określić ilość wilgoci znajdującej się w próbce. Na końcowy wynik w tej metodzie może mieć wpływ temperatura, wielkość pobranej próbki (zwykle 10–20 g) i jej rozdrobnienie. Metoda ta w porównaniu z metodą wagowo-suszarkową daje wyniki niższe o 0,5–1% ([4], [8]). Jedną z przyczyn jest prawdopodobnie obecność w próbce tzw. wody chemicznie związanej. Jest to jednak metoda wystarczająco dokładna i chętnie stosowana, zwłaszcza w krajach Europy Zachodniej.

Spośród metod pośrednich (nieniszczących) korzysta się przede wszystkim z metod elektrycznych: elektrooporowej – wykorzystującej zjawisko zmiany oporu elektrycznego na skutek zawilgocenia, dielektrycznej – wykorzystującej zjawisko zmiany stałej dielektrycznej przy zmianie zawilgocenia, a także metody mikrofalowej, polegającej na wyznaczeniu wilgotności na podstawie tłumienia fal przechodzących przez wilgotne podłoże.

Wadą metod elektrycznych jest m.in. wpływ rodzaju podłoża oraz rodzaju i stężenia soli występujących w murze oraz temperatury na końcowy odczyt (wilgotnościomierz powinien zostać skalibrowany do rodzaju podłoża). Znacznie rzadziej stosuje się metody mikrofalowe, natomiast coraz większą popularność zdobywa metoda termowizyjna.

W **TABELI 1.1** podano klasyfikację murów ze względu na zawilgocenie.

Oględziny oraz proste badania wykonywane na miejscu w połączeniu z obrazem uszkodzeń pozwalają odpowiednio zaprogramować badania laboratoryjne. Chodzi

Wilgotność masowa [%]	Oznaczenie
<3	Mur o dopuszczalnej wilgotności
3–5	Mur o podwyższonej wilgotności
5–8	Mur średnio wilgotny
8–12	Mur bardzo wilgotny
>12	Mur mokry

TABELA 1.1. **Poziomy zawilgocenia murów ceglanych**

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

przede wszystkim o jednoznaczne i precyzyjne określenie przyczyn zawilgocenia. Błędne określenie przyczyn zawilgocenia i podjęcie niewłaściwych działań mogą doprowadzić w skrajnym przypadku nawet do zintensyfikowania procesów destrukcyjnych.

Badania wstępne pozwalają z mniejszym lub większym prawdopodobieństwem określić stan techniczny budynku oraz przyczyny i źródła jego zawilgocenia. Pozwala to na wstępne określenie kierunku podejmowanych działań naprawczo-renowacyjnych. Następnym etapem jest wykonanie badań laboratoryjnych.

Ilość pobranych próbek powinna być reprezentatywna dla konkretnego obiektu i rodzaju materiału występującego w konstrukcji (w wielu przypadkach pobiera się zarówno próbki cegieł, jak i zaprawy). Wielkość i rodzaj próbek zależą od badanego parametru i wybranej metody badawczej. Miejsca pobrania próbek muszą być starannie udokumentowane i możliwe do jednoznacznej identyfikacji, zwłaszcza jeśli wykonuje się rozkład (mapę) wilgoci.

W instrukcji WTA nr 4-5-99 [3] podano następujące zestawienie badań laboratoryjnych wykonywanych podczas prac diagnostycznych w zawilgoconych i zasolonych budynkach:

- badania parametrów wytrzymałościowych muru:
  - oznaczenie wytrzymałości na ściskanie,
  - oznaczenie wytrzymałości na rozciąganie przy zginaniu,
  - oznaczenie wytrzymałości na rozciąganie,
  - oznaczenie wytrzymałości na rozłupanie,
  - oznaczenie modułu elastyczności,
  - oznaczenie rozszerzalności termicznej,
  - oznaczenie mrozoodporności,
- analiza składu cegieł (kamieni):
  - oznaczenie składu mineralnego,
  - oznaczenie uziarnienia,
  - oznaczenie składu chemicznego,
  - określenie struktury (budowy),
- analiza zaprawy (spoiwa):
  - określenie składu zaprawy,
  - określenie ilości spoiwa,
  - określenie uziarnienia,
- oznaczenie parametrów charakteryzujących strukturę materiałów budowlanych i ich zachowanie się wobec wody:
  - oznaczenie gęstości,
  - oznaczenie porowatości,
  - oznaczenie kapilarnego poboru wody,
  - oznaczenie dyfuzyjności,
  - oznaczenie wilgotności masowej/objętościowej,
  - oznaczenie wilgotności równowagowej,
  - oznaczenie wilgotności w stanie pełnego nasycenia (nasiąkliwości, wilgotności wysycenia),
  - oznaczenie pojemności kapilarnej,
  - oznaczenie ilości i rodzaju występujących soli (w znacznej większości przypadków wystarczy oznaczenie ilości azotanów, siarczanów i chlorków).

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

Do typowych badań laboratoryjnych wykonywanych w diagnostyce należy zaliczyć:

- określenie parametrów wytrzymałościowych muru,
- analizę zaprawy (spoiwa),
- określenie bilansu wilgoci,
- oznaczenie porowatości i nasiąkliwości,
- określenie stopnia zasolenia muru (analiza ilościowa i jakościowa).

Wykonanie analizy ilościowej i jakościowej szkodliwych soli jest niezbędne do opracowywania projektu zabezpieczenia i renowacji obiektu budowlanego. Skład chemiczny soli jest jednym z ważniejszych czynników decydujących o stopniu zagrożenia obiektu. Bezpośrednio wpływają one bowiem na intensywność i skalę procesów degradacyjno-korozyjnych muru, przy czym nigdy nie jest to jedyny szkodliwy czynnik.

W obiektach zabytkowych najczęściej występującymi solami są chlorki, siarczany, siarczyny oraz azotany i azotyny, a także węglany sodu, potasu, magnezu, wapnia, żelaza i amonu. Powstają one w wyniku korozji biologicznej i chemicznej skał znajdujących się w gruncie oraz naturalnego rozkładu minerałów skałotwórczych. Oznaczenie rodzaju soli występujących w murze, jeżeli nie pozwala, to znacznie ułatwia określenie źródeł zawilgocenia obiektu. Źródłem zasolenia mogą być także nieszczelne instalacje kanalizacyjne oraz preparaty służące np. do zabezpieczania drewnianej więźby. Wypłukiwane mogą działać na elementy muru jak szkodliwe sole.

Ciśnienie krystalizacji soli może sięgać kilkudziesięciu MPa przy nawet kilkudziesięciokrotnym zwiększaniu objętości, co prowadzi do zniszczeń warstw wykończeniowych, a następnie – struktury muru.

Duże ilości chlorków i/lub azotanów mogą świadczyć o wilgoci pochodzącej z gruntu. Wysokie stężenia siarczanów wskazują na wilgoć pochodzącą z kwaśnych deszczy (związki siarki). Azotany, azotyny oraz związki amonu mogą natomiast świadczyć o problemach z korozją biologiczną (mikroorganizmy), przy destrukcji betonu i zapraw analiza może wykazać duże ilości związków sodu i magnezu oraz węglanów. Jeżeli źródłem zawilgocenia będą tylko wody opadowe, to wyjąwszy problem kwaśnych deszczy, stopień zasolenia będzie nieznaczny. W razie występowania zanieczyszczeń pochodzących z pomieszczeń gospodarskich lub uszkodzonej kanalizacji sanitarnej charakterystyczna jest obecność związków amonu, azotu oraz siarczanów.

Wybór miejsc pobierania próbek do analizy zasolenia powinien uwzględniać specyfikę konkretnego obiektu, warunki jego eksploatacji, stan techniczny oraz widoczne objawy degradacji i zawilgocenia. Stopień zasolenia zależy od: wieku budynku i jego ogólnego stanu technicznego, rodzaju materiałów, z których jest on wykonany i ich właściwości, lokalizacji, warunków gruntowo-wodnych, stanu izolacji, eksploatacji obiektu, ukształtowania terenu w bezpośrednim sąsiedztwie, sposobu konserwacji i napraw ewentualnych uszkodzeń oraz miejsc pobrania próbek. Na stopień zasolenia ma wpływ także sposób eksploatacji pomieszczeń obiektu, remonty wykonywane wewnątrz pomieszczeń i stosowane tam materiały, znaczący wpływ na ilość zgromadzonych w przegrodach soli może mieć także brak wentylacji. W razie znacznych różnic w stopniu zasolenia poszczególnych części obiektu należy bezwzględnie ustalić przyczynę takiego stanu.

Przykłady wykwitów solnych pokazano na **FOT. 1.38–1.41**. W **TABELI 1.2** przedstawiono klasyfikację murów ze względu na stopnie zasolenia według WTA Merkblatt 2-9-04 [**2**].

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

1.38

1.39

1.40

1.41

FOT. 1.38–1.41. **Przykłady wykwitów solnych;** *fot.: archiwum autora*

Rodzaj związków	Poziom [%]		
	niski	średni	wysoki
Chlorki	<0,2	0,2–0,5	>0,5
Azotany	<0,1	0,1–0,3	>0,3
Siarczany	<0,5	0,5–1,5	>1,5

TABELA 1.2. **Stopnie zasolenia murów według WTA Merkblatt 2-9-04 [2], określone na podstawie ilościowej i jakościowej analizy soli**

Należy jednak pamiętać, że brak widocznych wykwitów solnych na powierzchni elementu nie przesądza o jego niskim stopniu zasolenia.

Badania laboratoryjne mogą potwierdzić tezę przyjętą podczas oględzin budynku i dotyczącą przyczyn i źródeł zawilgocenia budynku lub jej zaprzeczyć. W tym drugim przypadku konieczna jest zazwyczaj ponowna wizja lokalna i dalsze badania laboratoryjne, pozwalające na ustalenie przyczyn rozbieżności. Potwierdzenie pierwotnych założeń nie zamyka jednakże etapu związanego z diagnostyką budynku. Ostatecznym celem jest wykonanie prac naprawczo-renowacyjnych, trwale zmniejszających poziom zawilgocenia ścian (najczęściej do 3–6% wilgotności masowej), co umożliwia prowadzenie dalszych prac budowlanych lub konserwatorskich, a po ich wykonaniu zapewnia właściwą eksploatację.

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

Rezultatem działań diagnostycznych jest dokumentacja zawierającą informacje o:

- otoczeniu budynku,
- warunkach gruntowo-wodnych,
- wpływie ukształtowania terenu na możliwość napływu wód,
- stanie technicznym budynku:
  - rodzaju, strukturze murów i ich układzie konstrukcyjnym,
  - zastosowanych materiałach, ich własnościach itp.,
  - układzie pomieszczeń,
  - obecności piwnic,
  - sposobie użytkowania pomieszczeń,
  - wszelkiego rodzaju uszkodzeniach i deformacjach ścian, podłóg, sklepień, tynków, powłok malarskich (korozji chemicznej, biologicznej, erozji, uszkodzeniach mechanicznych, rysach itp.),
  - lokalizacji innych źródeł wody i wilgoci (np. uszkodzeniach instalacji wodno-kanalizacyjnej, przeciekach przez nieszczelne dachy, uszkodzeniach obróbki blacharskie itp.),
  - stanie istniejących izolacji lub o ich braku,
  - sposobach wykonania i uszczelnienia dylatacji, przejść rurowych itp.,
- analizie cieplno-wilgotnościowej (wartości współczynnika U, wilgoci kondensacyjnej, obecności mostków termicznych),
- bilansie wilgoci (zawartości i rozkładzie wilgoci w przegrodzie),
- stopniu zasolenia przegród (analiza ilościowa i jakościowa – oznaczenie rodzaju soli i ich stężeń),
- porowatości,
- właściwościach (parametrach) środków wiążących (spoiw), struktur materiałowych itp.,
- właściwościach (parametrach) cegieł (kamieni),
- stopniu porażenia biologicznego przez grzyby patogenne i techniczne szkodniki drewna,
- pH,
- zawartości gipsu.

1.5. PLANOWANIE PRAC RENOWACYJNYCH

Wybór rozwiązania materiałowego i kompleksowej technologii naprawy obiektu poddanego ekspertyzie wynika z wcześniej wykonanych badań (**TABELA 1.3**). Rezultaty badań wstępnych w wielu przypadkach narzucają sposób rozwiązania izolacji fundamentów (**TABELA 1.4**). Przykładowo: sposób wykonywania przepony i rodzaj preparatu do iniekcji zależą od konstrukcji ściany, jej zawilgocenia, a w przypadku metod mechanicznych – od konstrukcji i nośności ściany oraz występujących obciążeń. Możliwość wykonania izolacji zewnętrznej zależy od bliskości sąsiednich budynków, przebiegu instalacji itp.

Od specjalisty wykonującego ekspertyzę wymagana jest wiedza specjalistyczna, pozwalająca na dobór odpowiedniego rozwiązania konstrukcyjno-materiałowego prac naprawczo-renowacyjnych. Często niezbędne są dodatkowe badania laboratoryjne pozwalające np. na wybór odpowiedniego środka iniekcyjnego, a także na zadecydowanie o sposobie wykonania aplikacji (grawitacyjna, ciśnieniowa, wielostopniowa) na podstawie informacji o porowatości i wytrzymałości cegieł.

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

Zakres prac	Badany parametr	Wizja lokalna	Badania na obiekcie	Badania laboratoryjne
Izolacja pozioma	Przyczyny i źródła zawilgocenia	+	+	+
	Bilans wilgotnościowy			+
Izolacja pionowa	Obciążenie wilgocią/wodą	+	+	
	Ocena stanu podłoża	+	+	
Obecność szkodliwych soli budowlanych	Stopień zasolenia			+
Warunki cieplno-wilgotnościowe	Wilgoć kondensacyjna		+*)	

TABELA 1.3. Schematyczny zakres badań podczas opracowywania technologii renowacji

*) Może być konieczne przeprowadzenie obliczeń cieplno-wilgotnościowych

Rodzaj obciążenia	Izolacja zewnętrzna	Izolacja wewnętrzna	Iniekcje strukturalne/kurtynowe
Wilgoć gruntowa	+[1]	+	+
Woda bezciśnieniowa, powierzchnie poziome	+[2]	+	+
Woda pod ciśnieniem	+[3), 4)]	+[3), 4)]	+[3), 4)]
Wilgoć higroskopijna (na skutek obecności szkodliwych soli)	–	–[5)]	–
Wilgoć kondensacyjna	–[6)]	–[6)]	–[6)]

TABELA 1.4. Sposoby postępowania w zależności od rodzaju obciążenia wilgocią przy występowaniu izolacji wtórnych

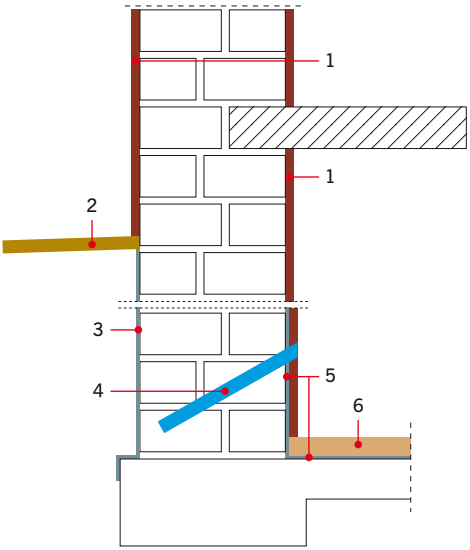
1) Może zaistnieć konieczność wykonania drenażu
2) Jeżeli nie zostanie wykonany drenaż, należy wykonać izolację przeciwwodną (jak przy obciążeniu wodą pod ciśnieniem)
3) Konieczne jest skonstruowanie szczelnego połączenia z nieprzepuszczalną dla wody konstrukcją posadzki
4) Należy sprawdzić stateczność elementów konstrukcji oraz podłoża pod warstwy uszczelniające
5) Środkiem zaradczym są tynki renowacyjne WTA
6) Środkiem zaradczym może być termoizolacja i/lub paroizolacja

Odtworzenie zniszczonych lub nieskutecznych izolacji poziomych i pionowych odcina dostęp wilgoci do przegrody. Tynk renowacyjny pozwala na zabezpieczenie zawilgoconej i zasolonej ściany przed degradacją spowodowaną solami krystalizującymi wskutek wysychania, a także na uzyskanie suchej powierzchni, co w konsekwencji wpływa na bezproblemowe użytkowanie pomieszczeń oraz na właściwy mikroklimat.

Optymalnym rozwiązaniem jest wykonanie wtórnych izolacji zewnętrznych (**RYS. 1.7**). Taki wariant jest najbardziej zbliżony do układu z poprawnie wykonanymi izolacjami pierwotnymi. Układ izolacji musi być ze sobą skoordynowany, a technologia prac (dobór materiałów) musi umożliwić połączenie ze sobą poszczególnych części izolacji, a także uszczelnienie spękań, rys, dylatacji, przejść rurowych itp. Przykładowe detale prac hydroizolacyjnych pokazano w rozdziale „Detale i prace uzupełniające" (☞ 5).

W niektórych sytuacjach odtworzenie izolacji od zewnątrz jest bardzo utrudnione lub niemożliwe. Rozwiązaniem może być wówczas wykonanie iniekcji kurtynowej lub strukturalnej. Izolacje

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

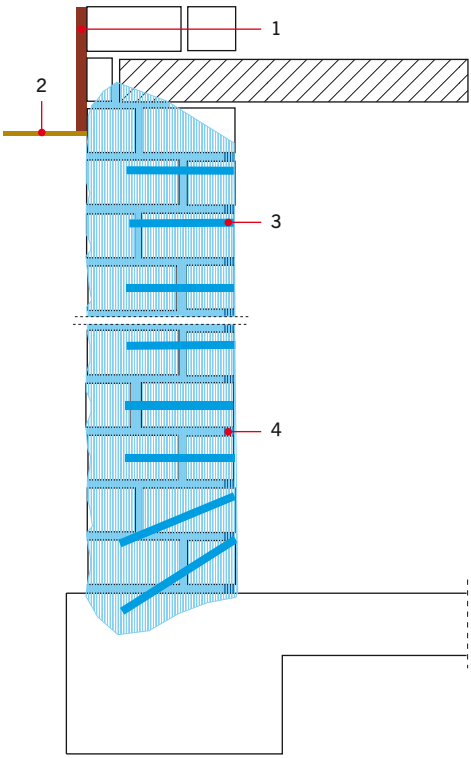


RYS. 1.7. **Optymalny wariant wykonania wtórnych izolacji zewnętrznych. Takie rozwiązanie jest najbardziej zbliżone do układu z poprawnie wykonanymi izolacjami pierwotnymi;** *rys.: archiwum autora*

1 – tynk renowacyjny WTA, **2** – poziom terenu, **3** – izolacja zewnętrzna, **4** – przepona pozioma, **5** – izolacja posadzki, **6** – warstwy posadzki

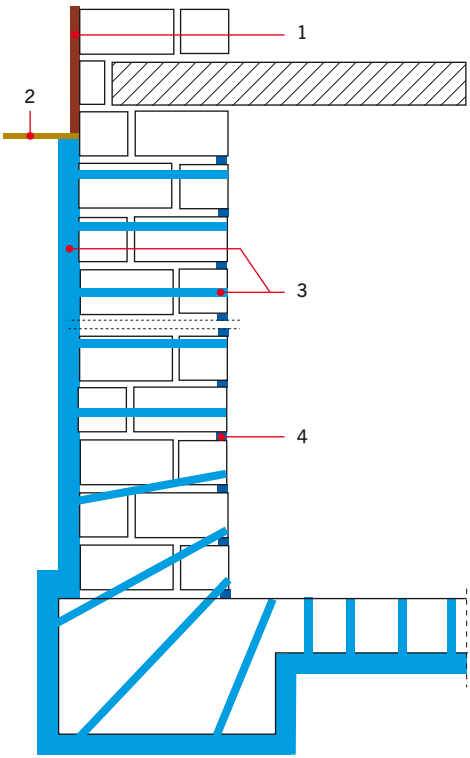
strukturalne (**RYS. 1.8**) wykorzystują środki chemiczne, aplikowane najczęściej w strukturę przegrody w sposób iniekcyjny po to, by zabezpieczyć ścianę budynku lub budowli przed kapilarnym wnikaniem wilgoci z gruntu. Z zastosowaniem specjalnych technik mogą być także wykonywane w murach warstwowych.

Izolacje kurtynowe (**RYS. 1.9**) to zabezpieczenia przeciwwilgociowe lub przeciwwodne



RYS. 1.8. **Izolacje strukturalne;** *rys.: archiwum autora*

1 – tynk zewnętrzny, **2** – poziom terenu, **3** – iniekcja strukturalna w mur, **4** – uszczelnienie fug (opcjonalnie)



RYS. 1.9. **Izolacje kurtynowe (w grunt);** *rys.: archiwum autora*

1 – tynk zewnętrzny, **2** – poziom terenu, **3** – wtórna izolacja zewnętrzna typu kurtynowego w grunt, **4** – uszczelnianie fug (opcjonalnie)

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

wykonywane w sposób iniekcyjny, powodujące ochronę przegrody pionowej lub poziomej od strony przyległego gruntu, bez odkopywania budynku. Stosuje się je wówczas, gdy zabezpieczenia wykonywane tradycyjnymi metodami naprawczymi z przyczyn technologicznych i/lub finansowych są niecelowe lub niemożliwe.

Izolacje strukturalne oraz kurtynowe wykonywane są przede wszystkim w budynkach istniejących. Niekiedy są to budynki niedawno wzniesione, w których wadliwie wykonano izolacje przeciwwilgociowe lub przeciwwodne (dotyczy to najczęściej wielopoziomowych garaży podziemnych pod centrami handlowymi, w których poziom wody gruntowej znajduje się czasem kilka metrów powyżej poziomu posadzki w pomieszczeniach) lub budynki historyczne, w których izolacje przeciwwilgociowe uległy degradacji albo ich w ogóle nie wykonano. Takie sytuacje najczęściej występują:

» w centrach miast, w miejscach, gdzie położono nową nawierzchnię (np. na rynku), ale nie wykonano jednocześnie pionowych zabezpieczeń przeciwwilgociowych ścian piwnicznych budynków okalających tę płytę; zewnętrzne izolacje pionowe przyległych budynków można wykonać jedynie w gruncie od wewnętrznego lica ściany piwnicznej (wykonanie izolacji pionowej w sposób tradycyjny wiązałoby się z utratą gwarancji danej na wykonanie wyłożeń kamiennych nawierzchni rynku);

» w budynkach przyległych do uczęszczanych pasaży handlowych, ciągów komunikacyjnych itp., gdy nie jest możliwe wykonanie wykopu w chodniku w celu odtworzenia zewnętrznej izolacji pionowej;

» w przypadku, gdy do elewacji dochodzą podcienie lub arkady, ewentualnie w budynku znajdują się sklepienia i wykonanie wykopów zewnętrznych ze względów konstrukcyjnych byłoby droższe niż wykonanie specjalistycznych izolacji;

» gdy dochodziło do powodzi hydrogeologicznych (podniesienia się poziomu wód gruntowych powyżej poziomu posadzki w piwnicach) – taka sytuacja po ustąpieniu powodzi wymusza zastosowanie co najmniej osłon w postaci izolacji kurtynowych;

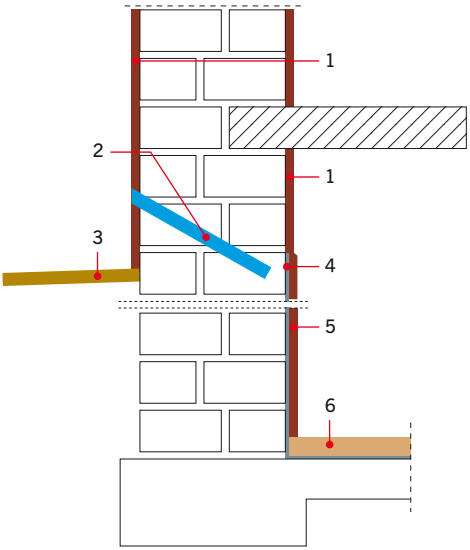
» gdy głębokie posadowienie nowo powstałych budynków może zakłócić dotychczasowy przebieg podziemnych cieków wodnych, powodując poprzez lokalne spiętrzenia zalewanie ścian piwnicznych istniejących budynków;

» w przypadkach szczególnych, m.in. gdy cieki rzek (np. rzeki Młynówki w Cieszynie) dochodzą bezpośrednio do ścian piwniczych budynków.

Izolacje strukturalne i kurtynowe wykonuje się w przegrodach zawilgoconych i mokrych. Możliwe jest także wykonanie iniekcji pod wodą. Iniekcje kurtynowe pozwalają na wykonanie wtórnej izolacji zewnętrznej zarówno ścian, jak i podłogi w piwnicy bez konieczności odkopywania. Iniekcje strukturalne wykonywane są zawsze w strukturę muru i powodują jego uszczelnienie wskutek wysycenia. Przykładowe detale izolacji kurtynowych i strukturalnych pokazano w rozdziale „Detale i prace uzupełniające” (☞ 5).

Jeśli odtworzenie izolacji od zewnątrz jest niemożliwe (lub nieuzasadnione ekonomicznie), rozwiązaniem może być także wykonanie izolacji typu wannowego (**RYS. 1.10**). Jest to pewien kompromis – pomieszczenie jest suche i może być normalnie użytkowane (choć z pewnymi ograniczeniami wynikającymi ze specyfiki izolacji wewnętrznej), ale przegroda jest cały czas wil-

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613



RYS. 1.10. **Izolacja typu wannowego (wewnętrzna);**
rys.: archiwum autora
1 – tynk renowacyjny WTA, **2** – przepona pozioma, **3** – poziom terenu, **4** – izolacja wannowa, **5** – tynk renowacyjny lub porowaty, **6** – warstwy posadzki

gotna/mokra. Izolacja typu wannowego wymaga odcięcia dopływu wilgoci do ścian i elementów wewnętrznych mających kontakt z wilgotnymi przegrodami zewnętrznymi (ścianami, kominami, schodami itp.). Przykładowe detale izolacji typu wannowego pokazano w rozdziale „Detale i prace uzupełniające” (☞ 5).

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

2. PRZEPONA POZIOMA

Najważniejszymi badaniami w procesie iniekcji są: określenie istniejącego zawilgocenia masowego oraz oznaczenie maksymalnego kapilarnego poboru wody. Iloraz tych wartości pozwala na określenie tzw. stopnia przesiąknięcia wilgocią. Na ich podstawie tworzy się poziome i pionowe mapy zawilgoceń (**TABELA 2.1**). Ustala się także laboratoryjnie udział wilgoci higroskopijnej oraz stopień higroskopijnego przesiąknięcia wilgocią (według instrukcji WTA nr 4-4-04 [**5**] parametr ten determinuje użycie konkretnego iniektu, opierają na tym wytyczne dotyczące badania skuteczności preparatów do iniekcji; jego oznaczenie jest więc podstawą do wybrania odpowiedniego preparatu iniekcyjnego, obszaru zastosowania oraz późniejszej kontroli). Te dane wraz z dodatkowymi badaniami pozwalają określić (lub przynajmniej oszacować) udział wilgoci podciąganej kapilarnie w ogólnym zawilgoceniu przegrody (wykonywanie iniekcji w murach, których zawilgocenie nie jest spowodowane podciąganiem kapilarnym, nie przyczyni się do odcięcia dostępu wilgoci).

Ze względu na technologie wykonywania iniekcji podczas określania stanu budynku/budowli czy przegrody trzeba zwrócić uwagę na:

- rodzaj materiału użytego do wykonania przegrody,
- geometrię,
- jednorodność,
- pęknięcia,
- zarysowania (szerokość i długość rys oraz ich układ),
- wielowarstwowość muru,
- wytrzymałość,
- stateczność.

Podczas opracowywania projektu wykonywania przepony poziomej należy brać pod uwagę tzw. czynniki niepewności (ryzyka) i zminimalizować je już na etapie projektu renowacji. Będą to: dobór preparatu iniekcyjnego (zależny m.in. od stopnia przesiąknięcia wilgocią muru), rozstaw

Lp.	Wysokość [cm]	Głębokość [cm]	Wilgotność materiału w [%]	Wilgotność w stanie pełnego wysycenia (nasiąkliwość) $w_{maks.}$ [%]	Wilgotność higroskopijna w_h [%]	Stopień higroskopijnego przesiąknięcia $w_h/w_{maks.} \cdot 100\%$	Stopień przesiąknięcia wilgocią $w/w_{maks.} \cdot 100\%$
1.	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
2.	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....

TABELA 2.1. **Przykładowa tabela bilansu wilgoci**

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

otworów (związany z ilością wilgoci w murze i zdolnością iniektu do penetracji w kapilary oraz rodzajem muru), niejednorodność muru, występowanie rys i pustek oraz sposób, w jaki preparat iniekcyjny przerywa podciąganie kapilarne.

Projektant powinien zdecydować o wyborze środka iniekcyjnego na podstawie wcześniej przeprowadzonej diagnostyki i wybrać sposób wykonania aplikacji na podstawie informacji o porowatości i wytrzymałości cegieł. Projekt powinien zawierać dokładne informacje o sposobie wykonania iniekcji, określać liczbę rzędów, średnice i rozstaw otworów oraz podawać wielkość ciśnienia iniekcyjnego. Dokumentacja projektowa powinna przedstawiać na rzutach i przekrojach przebieg poziomych i pionowych blokad oraz być szczegółowa w takim stopniu, aby z rysunków można było odczytać informacje o wszelkich robotach towarzyszących pracom izolacyjnym. Istotne jest, by wskazać wszystkie newralgiczne przejścia izolacji pionowej w poziomą oraz dodatkowe uszczelnienia.

2.1. MATERIAŁY INIEKCYJNE

Iniekcje w przegrody murowane w praktyce można wykonywać iniektami na bazie ([9], [10]):

- krzemianów alkalicznych,
- alkilometylosilikonianów,
- kompozycji alkalicznych krzemianów i metylosilikonianów,
- propylosilikonianu potasu,
- kompozycji silanów i siloksanów oligomerycznych,
- silanów wodorozpuszczalnych,
- parafin.

Iniekty na bazie krzemianów alkalicznych wykorzystywane są od dziesięcioleci. Aplikuje się je w formie silnie alkalicznych roztworów wodnych. Po wniknięciu w strukturę muru wydzielają żel krzemowy powodujący zawężenie światła kapilar.

Iniekty na bazie alkilometylosilikonianów to sole kwasu metylokrzemowego (z reguły potasowe) rozpuszczalne w wodzie. Po wprowadzeniu w mur reagują stopniowo z dwutlenkiem węgla. Powstaje hydrofobizujący kwas polimetylokrzemowy oraz węglany alkaliczne, podnoszące stopień zasolenia muru. Reakcja zależy od dostępności dwutlenku węgla z powietrza, dlatego granicą sensowności stosowania jest grubość muru nieprzekraczająca 60 cm i stopień przesiąknięcia wilgocią wynoszący maks. 50%.

Iniekty na bazie kompozycji alkalicznych krzemianów i metylosilikonianów mają działanie hydrofobizujące i blokują przepływ wody między kapilarami. Najpierw pojawia się spadek wilgotności wywołany działaniem żelu krzemowego, a to umożliwia rozwinięcie efektu hydrofobizacji przez metylosilikoniany.

W iniektach na bazie propylosilikonianu potasu efekt hydrofobizacji zostaje osiągnięty bez udziału dwutlenku węgla. Reagują one w silnie zawilgoconych murach. Ze względu na lepkość tych materiałów mogą pojawić się problemy z uzyskaniem ciągłości strefy iniekcji. Zaleca się stosować je w połączeniu z wcześniej omówionymi iniektami. Aplikacja wymaga nadzoru specjalistycznego.

Iniekty na bazie kompozycji silanów i siloksanów oligomerycznych to roztwory w rozpuszczalnikach organicznych. Mają działanie wyłącznie hydrofobizujące i niską propagację. Zalecane jest

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

stosowanie wyłącznie ciśnieniowe. Podczas aplikacji i odparowania rozpuszczalników istnieje wysokie ryzyko wybuchu. Podstawową zaletą tych materiałów jest brak wysoleń.

Iniekty na bazie silanów wodorozpuszczalnych dają efekt hydrofobizacji bez udziału dwutlenku węgla. Nie zawierają rozpuszczalników organicznych. Nie powodują też wysoleń.

Iniekty na bazie parafin działają na zasadzie uszczelniania kapilar. Aplikuje się je wyłącznie ciśnieniowo. Aby zapewnić skuteczną penetrację (układy wielocząsteczkowe), konieczne jest wstępne podgrzewanie.

Materiały iniekcyjne tworzące w przekroju poziomym muru przeponę przerywającą podciąganie kapilarne działają na różne sposoby:

» na skutek osadzania się w porach i kapilarach pewnych substancji zmniejsza się średnica, co w skrajnych przypadkach może prowadzić do całkowitego zamknięcia światła kapilary i jej uszczelnienia (krzemiany, parafiny zatykają pory);

» preparat iniekcyjny oddziałuje na ściany kapilar i je hydrofobizuje, co prowadzi do powstania niezwilżalnej warstwy (przegrody), nieposiadającej zdolności kapilarnego podciągania wody (silany, siliksany);

» dzięki właściwościom preparatu do iniekcji następuje zarówno hydrofobizaja ścian kapilar, jak i zwężenie ich światła (krzemiany i metylosikikoniany).

Punktem wyjścia do oceny możliwości zastosowania konkretnego iniektu jest kapilarny stopień przesiąknięcia wilgocią (wartościami granicznymi są 60%, 80% oraz 95% ±5%). Instrukcja WTA Merkblatt 4-4-04 [**5**] podaje dwa kryteria, które muszą być spełnione w trakcie badań certyfikacyjnych: wilgotność murków testowych po 90 dniach od wykonania iniekcji musi spaść przynajmniej o połowę w porównaniu z wilgotnością trzeciej próbki i w trakcie badań nie może wzrastać wilgotność próbki.

Ze względu na to, że skuteczność preparatów do wykonywania przepony ograniczona jest do pewnych zastosowań, warunków brzegowych i innych parametrów, instrukcja WTA Merkblatt 4-4-04 [**5**] uwzględnia dodatkowo np. konieczność alkalizacji muru przed iniekcją lub po niej, brak konieczności wykonywania wstępnych czynności przygotowawczych czy też wymóg wstępnego podsuszania muru (strefy iniekcji). Przy czym te dodatkowe warunki mogą być określone oddzielnie, w odniesieniu do iniekcji ciśnieniowej i bezciśnieniowej. Skuteczność preparatu iniekcyjnego jest potwierdzana certyfikatem WTA.

2.2. WYMOGI OGÓLNE STAWIANE PODŁOŻU

Przed przystąpieniem do wykonywania prac należy ocenić przegrodę pod względem:

» geometrii,
» jednorodności,
» obecności pęknięć i rys,
» warstwowości (**FOT. 1.31–1.33**),
» wytrzymałości.

Jedną z najlepszych metod oceny stanu muru i uzyskania informacji o jego właściwościach i jednorodności są wiercenia i iniekcje próbne. Rezultaty tych badań należy zapisać w protokole i porównać z informacjami znajdującymi się w dokumentacji technicznej. Ewentualne rozbież-

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

FOT. 2.1. **Lanca iniekcyjna;** *fot.: archiwum autora*

ności wpływające na technologię wykonywanych prac należy wyjaśnić przed podjęciem jakichkolwiek dalszych czynności.

W razie stwierdzenia rys i pustek lub muru żebraczego konieczne jest podjęcie jednego z następujących działań (o ile dokumentacja techniczna nie przewiduje wykonania zabiegów specjalnych):

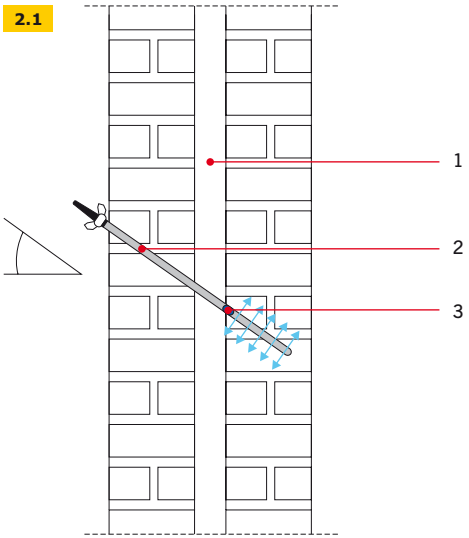
- zastosowania preparatu iniekcyjnego niewrażliwego na rysy i spękania, np. kremu iniekcyjnego,
- wykonania wstępnej iniekcji zasklepiającej rysy i pustki,
- wykonania iniekcji wielostopniowej.

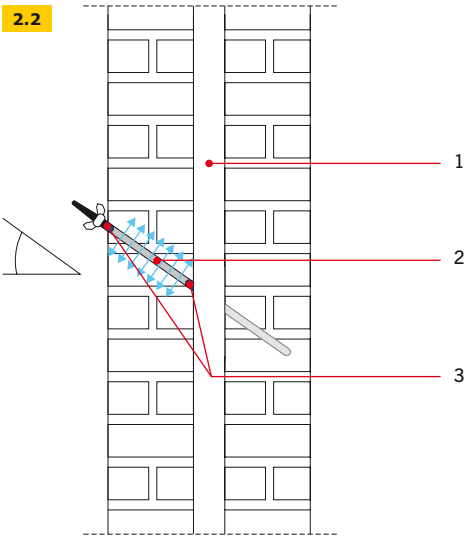
Iniekcje w murach z pustkami lub w murach żebraczych, w których środek muru nie wpływa na zdolność kapilarnego transportu wilgoci, można wykonywać specjalnymi lancami iniekcyjnymi, wykonanymi na wymiar do konkretnego odcinka muru (**FOT. 2.1**, **RYS. 2.1–2.3**) lub z obu stron, jeżeli jest to wykonalne technicznie (**RYS. 2.4**).

Strefę muru, w którym ma być wykonana iniekcja, należy odsłonić i oczyścić oraz usunąć warstwy wykończeniowe (tynki, wymalowania). Oczyszczanie, w zależności od rodzaju zanieczyszczeń, należy przeprowadzić przez zmycie, szorowanie, oczyszczanie parą wodną itp. Zmurszałe spoiny i skorodowane fragmenty cegieł/kamieni należy usunąć, tak aby możliwe było stabilne obsadzenie pakerów. Aby uniknąć wypływu iniektu podczas wykonywania prac (zwłaszcza podczas iniekcji ciśnieniowej), wykute spoiny uzupełnia się systemowymi zaprawami naprawczo-renowacyjnymi (bardzo dobrze sprawdzają się szpachlówki uszczelniające), alternatywnie można uszczelnić strefę iniekcji szlamem uszczelniającym (najczęściej stosuje się szlamy sztywne i/lub szybkowiążące).

Wstępne osuszenie muru w pasie iniekcji zwiększa możliwość penetracji iniektu w kapilary muru, a w połączeniu z iniekcją ciśnieniową skutkuje lepszym wypełnieniem kapilar. Można stosować metody mikrofalowe (**FOT. 2.2–2.4**). Iniekcję powinno się rozpocząć po zakończeniu osuszania mikrofalowego, kiedy mur jest jeszcze ciepły, a jego temperatura mierzona termometrem bezkontaktowym zaczyna opadać, ponieważ podczas stygnięcia muru maleje również prężność pary wodnej w kapilarach i wprowadzony preparat zasysany jest nawet do kapilar o małej

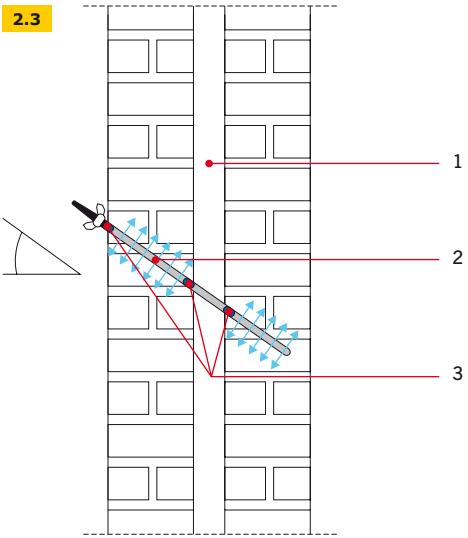
Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

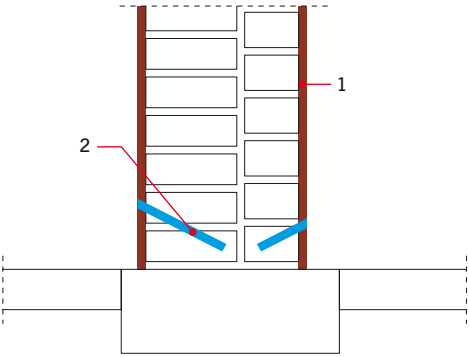




RYS. 2.1–2.3. **Warianty wykonywania przepony poziomej w murze warstwowym z zastosowaniem lanc iniekcyjnych;** *rys.: C. Magott*

1 – pustka powietrzna, **2** – lanca iniekcyjna, **3** – nasadka uszczelniająca





RYS. 2.4. **Iniekcja w murze warstwowym wykonywana z obu stron;** *rys.: archiwum autora*

1 – tynk renowacyjny WTA, **2** – przepona pozioma

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

2.2

2.3

2.4

FOT. 2.2–2.3. **Podgrzewanie strefy iniekcji za pomocą mikrofal;** *fot.: C. Magott*

FOT. 2.4. **Generator mikrofalowy z anteną prętową;** *fot.: C. Magott*

średnicy, ponadto preparat ogrzewa się od muru i zmniejsza się jego lepkość [**10**]. Temp. ściany (na powierzchni) mierzona termometrem bezstykowym nie powinna przekraczać 80°C.

2.3. ZASADY OGÓLNE WYKONYWANIA PRAC

Iniekcja może być wykonywana metodą:

- ciśnieniową,
- bezciśnieniową (grawitacyjną).

Wariantami iniekcji ciśnieniowej są:

- iniekcja wielostopniowa (z aktywatorem lub metodą mokre w mokre),
- iniekcja impulsowa.

Usytuowanie otworów iniekcyjnych zależy od koncepcji prac renowacyjnych (**RYS. 1.7**, **RYS. 1.10**), warunków wilgotnościowych ściany i warunków gruntowych na zewnątrz obiektu poddawanego renowacji. Osiowy rozstaw otworów zależy od chłonności muru (zwłaszcza zaprawy). Otwory wykonuje się jedno-, dwu- lub (rzadziej) wielorzędowo, w strefie kapilarnego podciągania wilgoci. W związku z tym obszar wykonywania robót ograniczony jest do miejsc występowania wilgoci bezciśnieniowej, tj. do obszaru cokołowego (powyżej poziomu otaczającego terenu), oraz – w przypadku ścian piwnic – powyżej maksymalnego poziomu występowania wody ciśnieniowej. Miejsce iniekcji (przebieg nawiertów) określa dokumentacja techniczna.

Przed rozpoczęciem prac należy wykonać iniekcje próbne na reprezentatywnym odcinku muru, pozwalające oszacować czas iniekcji oraz określić rzeczywiste zużycie preparatu iniekcyj-

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

nego (czynność tę można pominąć, jeżeli stosuje się kremy iniekcyjne). Temperatura aplikacji (podłoża w przekroju i powietrza) podczas wykonywania prac iniekcyjnych powinna wynosić od +5°C do +30°C, o ile producent materiału iniekcyjnego nie zaleca inaczej. Zabronione jest wykonywanie iniekcji w zamarzniętych przegrodach.

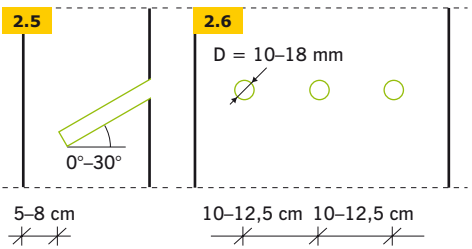
Otwory należy wykonywać w taki sposób, aby nie doprowadzić do uszkodzeń przegrody i/lub innych elementów obiektu. Wiertarki lub wiertnice elektryczne/elektropneumatyczne itp. powinny w miarę możliwości pracować bezwstrząsowo. Podczas wiercenia otworów należy zadbać o równoległość otworów. Można to uzyskać dzięki specjalnym prowadnicom pozwalającym utrzymać stały kąt pochylenia otworów.

Zużycie preparatu do iniekcji zależy od rodzaju iniektu oraz porowatości materiału konstrukcji. Zużycie jednoskładnikowych preparatów zaczyna się od 15–20 kg (lub dm^3) na 1 m^2 rzutu poziomego muru, w odniesieniu do mikroemulsji silikonowej jest to 1,5–2 kg (lub dm^3) koncentratu na 1 m^2 rzutu poziomego muru, w przypadku kremów do iniekcji zużycie wynosi przeciętnie 1,5–2 dm^3 na 1 m^2 rzutu poziomego muru.

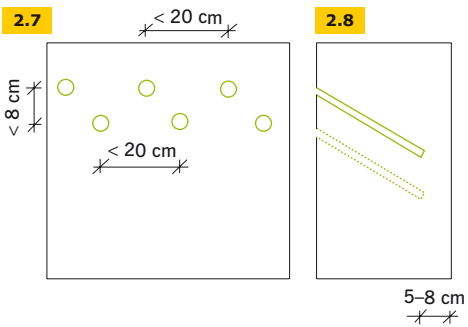
Zasady wykonywania nawiertów są następujące:

» podczas iniekcji ciśnieniowej jednorzędowej jednostronnej (**RYS. 2.5–2.6**):
- osiowy rozstaw otworów wynosi 10–12,5 cm;
- średnica otworów wynosi 10–18 mm (zależy od pakerów);
- otwory wierci się poziomo lub pod kątem do 30° do poziomu;
- odstęp między licem ściany a końcem nawiertu powinien wynosić 5–8 cm;
- otwory poziome wierci się w spoinach wsporczych;
- w przypadku nawiertów pod kątem otwór powinien przecinać przynajmniej jedną spoinę wsporczą;

» podczas iniekcji ciśnieniowej dwurzędowej jednostronnej (**RYS. 2.7–2.8**):
- maksymalny osiowy rozstaw otworów w rzędzie wynosi 20 cm;
- pionowy odstęp między rzędami (osiowy) nie może być większy niż 8 cm;
- średnica otworów wynosi 10–18 mm (zależy od pakerów);
- otwory należy wiercić poziomo lub pod kątem (zazwyczaj do 30° do poziomu), z przesunięciem w sąsiednich rzędach o połowę odległości między nawiertami;
- odstęp między licem ściany a końcem nawiertu powinien wynosić 5–8 cm;
- otwory poziome należy wiercić w spoinach wsporczych;

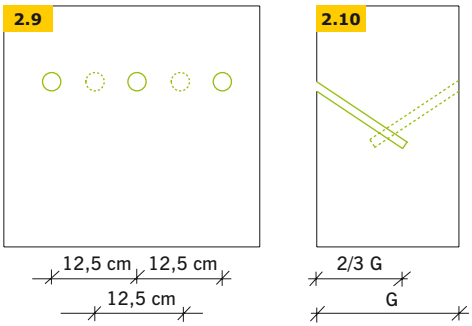


RYS. 2.5–2.6. **Układ otworów podczas wykonywania przepony poziomej za pomocą iniekcji ciśnieniowej jednostronnej jednorzędowej;** *rys.: archiwum autora*

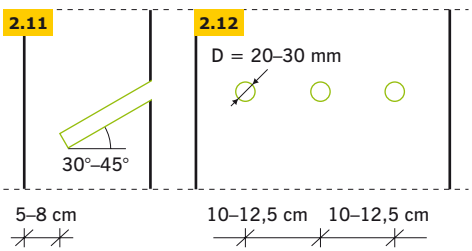


RYS. 2.7–2.8. **Układ otworów podczas wykonywania przepony poziomej za pomocą iniekcji ciśnieniowej jednostronnej dwurzędowej;** *rys.: archiwum autora*

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613



RYS. 2.9–2.10. **Układ otworów podczas wykonywania przepony poziomej za pomocą iniekcji ciśnieniowej dwustronnej jednorzędowej;** *rys.: archiwum autora*



RYS. 2.11–2.12. **Układ otworów przy wykonywaniu przepony poziomej za pomocą iniekcji grawitacyjnej jednostronnej jednorzędowej;** *rys.: archiwum autora*

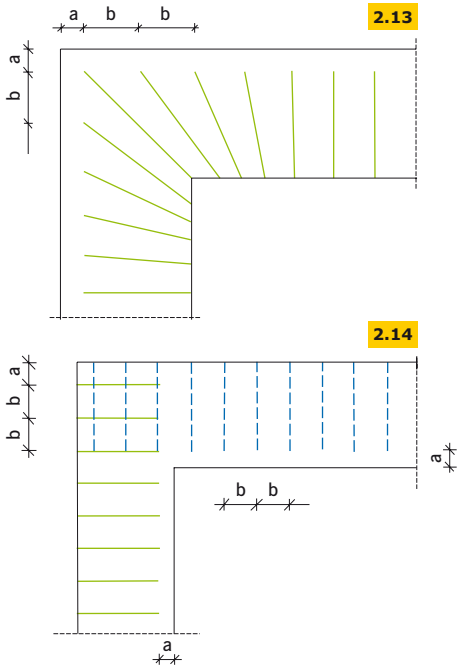
– w przypadku nawiertów pod kątem otwór powinien przecinać przynajmniej jedną spoinę wsporczą;

» podczas iniekcji ciśnieniowej jednorzędowej dwustronnej (**RYS. 2.9–2.10**):
- osiowy rozstaw otworów z każdej strony przegrody wynosi 10–12,5 cm;
- średnica otworów wynosi 10–18 mm (zależy od pakerów);
- otwory należy wiercić poziomo lub pod kątem (zazwyczaj do 30° od poziomu);
- głębokość nawiertów to 2/3 grubości przegrody;
- otwory poziome należy wiercić w spoinach wsporczych;
- w przypadku nawiertów pod kątem otwór powinien przecinać przynajmniej jedną spoinę wsporczą;
- w rzucie poziomym otwory mają być przesunięte o połowę ich rozstawu osiowego;

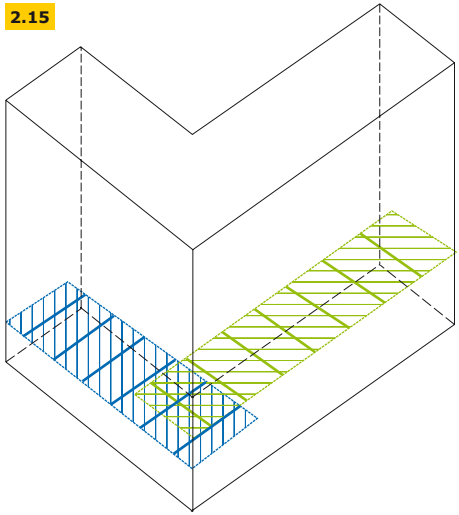
» podczas iniekcji grawitacyjnej jednorzędowej jednostronnej (**RYS. 2.11–2.12**):
- osiowy rozstaw otworów wynosi 10–12,5 cm;
- średnica otworów wynosi 20–30 mm;
- otwory należy wiercić pod kątem 30–45° do poziomu;
- odstęp między licem ściany a końcem nawiertu powinien wynosić 5–8 cm;
- otwór musi przecinać przynajmniej jedną spoinę wsporczą (dwie w murach grubych);
- w przypadku stosowania kremu iniekcyjnego otwory mogą być wykonywane poziomo – rozstaw i średnica otworów są wówczas ze sobą skorelowane, należy przestrzegać zaleceń producenta oraz wymogów dokumentacji technicznej;

» podczas iniekcji grawitacyjnej jednorzędowej dwustronnej:
- osiowy rozstaw otworów z każdej strony przegrody wynosi 10–12,5 cm,
- średnica otworów wynosi 20–30 mm;
- otwory należy wiercić pod kątem 30–45° do poziomu;
- głębokość nawiertów to 2/3 grubości przegrody;
- otwór musi przecinać przynajmniej jedną spoinę wsporczą, w murach grubych – dwie;
- w przypadku stosowania kremu iniekcyjnego otwory mogą być wykonywane poziomo – rozstaw i średnica otworów są wówczas ze sobą skorelowane, należy przestrzegać zaleceń producenta oraz wymogów dokumentacji technicznej;
- w rzucie poziomym otwory mają być przesunięte o połowę ich rozstawu osiowego;

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613



a = 5–8 cm
b – nie większe niż maksymalny rozstaw



RYS. 2.13–2.15. **Układ otworów podczas wykonywania przepony poziomej w narożnikach;** *rys.: archiwum autora*

» w narożnikach zewnętrznych i wewnętrznych sposób wykonywania otworów pokazano na **RYS. 2.13–2.15**;

» podczas wykonywania iniekcji dwurzędowej należy najpierw wykonać kompletną iniekcję w dolnym rzędzie;

» podczas wykonywania iniekcji dwustronnej należy wykonać otwory z jednej strony, wykonać iniekcję oraz zasklepić otwory, po czym wykonać prace z drugiej strony przegrody.

Systemową zaprawę do zasklepiania otworów należy przygotować zgodnie z zaleceniami producenta.

2.3.1. INIEKCJA CIŚNIENIOWA

2.3.1.1. PRZYGOTOWANIE PODŁOŻA

Podłoże (przegrodę) oraz strefę iniekcji należy przygotować zgodnie z zasadami podanymi w rozdziale „Wymogi ogólne stawiane podłożu” (☞ 2.2).

2.3.1.2. KONTROLA STANU PODŁOŻA PRZED ROZPOCZĘCIEM PRAC

Przed rozpoczęciem prac należy wykonać następujące czynności kontrolne stanu podłoża:

» ocenić poprawność odsłonięcia i oczyszczenia pasa muru, w którym będzie wykonywana iniekcja. Ocenie podlega poprawność oczyszczenia z kurzu, zabrudzeń, luźnych i niezwiązanych

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

części, resztek tłustych zanieczyszczeń. Badanie można przeprowadzić przez oględziny, próbę ścierania i drapania oraz próbę zwilżania. Wygląd powierzchni przegrody należy ocenić wizualnie, z odległości 0,5–1 m, w rozproszonym świetle dziennym lub sztucznym;

» wilgotność podłoża sprawdzić za pomocą wilgotnościomierzy. W uzasadnionych przypadkach można stosować metody bezpośrednie (niszczące, wagowo-suszarkowe) oraz aparaty CM (metodę karbidową). Wilgotnościomierze do badań metodami pośrednimi powinny być kalibrowane do rodzaju podłoża. Należy zwrócić uwagę na zasolenie podłoża. Obecność soli wpływa bowiem na błędy odczytu;

» temperaturę powietrza i podłoża badać za pomocą odpowiednich termometrów (dotyczy to zwłaszcza pomiaru temperatury podłoża w okresach wiosennym i jesiennym). Zaleca się, by do pomiaru temperatury powierzchni podłoża stosować termometr przeznaczony do pomiaru temperatury powierzchniowej. Pomiar powinien być wykonywany przy ustabilizowanej temperaturze, tzn. wtedy, gdy zmiana temperatury z upływem czasu jest niższa niż 1°C/5 min;

» poprawność napraw spoin i uszczelnienia strefy iniekcji sprawdzić przede wszystkim przez oględziny oraz opukiwanie naprawionych miejsc drewnianym młotkiem. Głuchy odgłos świadczy o odspajaniu się warstwy naprawczej od podłoża.

2.3.1.3. PRZYGOTOWANIE MATERIAŁU

Wymogi dotyczące przygotowania materiału do iniekcji ciśnieniowej są następujące:

» mikroemulsję silikonową zmieszać z czystą wodą. Proporcje zależą od wilgotności iniektowanej przegrody; należy przestrzegać zaleceń podanych przez dokumentację projektową oraz producenta;

» przygotować taką ilość mieszaniny, która może być zużyta w tzw. czasie obrabialności; należy przestrzegać wytycznych producenta;

» inne preparaty jednoskładnikowe są gotowe do użycia.

2.3.1.4. WYKONYWANIE INIEKCJI

Podczas wykonywania **iniekcji w wariancie podstawowym (klasycznym)**:

» przestrzegać zaleceń podanych w rozdziale „Zasady ogólne wykonywania prac” (☞ 2.3);

» zaznaczyć na przegrodzie miejsca wykonywania otworów;

» wykonać nawierty zgodnie z zaleceniami podanymi w rozdziale „Zasady ogólne wykonywania prac” (☞ 2.3);

» otwory odpylić przez odessanie (zalecane) lub przedmuchanie sprężonym powietrzem (należy zadbać, aby nie zbrudzić otworu zanieczyszczeniami olejowymi);

» jeżeli podczas wykonywania nawiertów okaże się, że mur zawiera rysy i pustki, konkretny otwór oznaczyć, aby wykonać w nim wstępną iniekcję wypełniającą rysy i pustki (☞ 2.3.3);

» w wywierconych otworach obsadzić pakery i podłączyć pompę iniekcyjną;

» typy pomp i pakerów lub lanc iniekcyjnych (**FOT. 2.5**) zależą od rodzaju zastosowanego systemu (informacje te podawane są przez producentów materiałów do iniekcji). Proces powinien przebiegać przy jednostajnym ciśnieniu nieprzekraczającym 10 barów (zazwyczaj 3–5 barów – iniekcja niskociśnieniowa) do momentu uzyskania równomiernej, poziomej strefy działania. Ciśnienie nie

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

może spowodować uszkodzenia przegrody, więc musi być dostosowane do parametrów wytrzymałościowych iniektowanej przegrody (jest podawane przez dokumentację techniczną). Nie wolno przykładać od razu maksymalnego ciśnienia, konieczne jest łagodne zwiększanie na końcówce iniekcyjnej. Wartość ciśnienia podana jest w dokumentacji technicznej;

FOT. 2.5. **Iniekcja ciśnieniowa;** *fot.: C. Magott*

» stosowana pompa musi umożliwiać monitorowanie ciśnienia oraz określenie ilości iniektu wprowadzonego w mur;

» jeżeli na pakerze przez 15–20 min utrzymuje się stałe ciśnienie, można przyjąć, że dla danego otworu nastąpiło wysycenie przyległej strefy przegrody;

» jeżeli podczas iniekcji zaobserwuje się spadek ciśnienia na końcówce iniekcyjnej, konkretny otwór należy oznaczyć, aby wykonać w nim wstępną iniekcję wypełniającą rysy i pustki (☞ 2.3.3);

» po zakończeniu iniekcji otwory zasklepić zaprawą systemową (nie dopuszcza się stosowania zwykłej zaprawy cementowej).

Iniekcja wielostopniowa składa się z trzech etapów, stosowanych w różnych kombinacjach w zależności od rodzaju muru (1+2 lub 2+3):

» etap 1: wstępna iniekcja chłonną kapilarnie i płynną zaprawą (suspensją) cementową pozwalającą na wypełnienie pustych przestrzeni i rys;

» etap 2: właściwa iniekcja preparatem na bazie mikroemulsji silikonowych (rozcieńczonym wodą w proporcji 1:10 –1:15);

» etap 3: w trudnych warunkach (w sytuacji wysokiego stopnia przesiąknięcia wilgocią) oraz przy wysokiej względnej wilgotności powietrza stosuje się dodatkowo specjalne aktywatory, takie jak produkty na bazie krzemianów metali alkalicznych lub silikonatów.

Etap 2 należy traktować jako wariant podstawowy (klasyczny).

Podczas wykonywania kombinacji etapów 1+2 (wariant „mokre w mokre"):

» przestrzegać zaleceń podanych w rozdziale „Zasady ogólne wykonywania prac" (☞ 2.3);

» zaznaczyć na przegrodzie miejsca wykonywania otworów;

» wykonać nawierty zgodnie z zaleceniami podanymi w rozdziale „Zasady ogólne wykonywania prac" (☞ 2.3);

» otwory odpylić przez odessanie (zalecane) lub przedmuchanie sprężonym powietrzem (zadbać, aby nie zabrudzić otworu zanieczyszczeniami olejowymi);

» otwory wypełnić zaprawą systemową. Ciśnienie nie może spowodować uszkodzenia przegrody, dlatego musi być dostosowane do parametrów wytrzymałościowych iniektowanej przegrody (jest podawane przez dokumentację techniczną). Zazwyczaj wynosi ono 2–3 bary;

» po 30–60 min przekłuć otwory ostrym szpikulcem (np. prętem zbrojeniowym), obsadzić pakery i wykonać iniekcję metodą „mokre w mokre" za pomocą mikroemulsji silikonowej (nie dopuszcza się do stosowania innych iniektów);

» proces powinien przebiegać przy jednostajnym ciśnieniu nieprzekraczającym 10 barów (zazwyczaj 5–10 barów – iniekcja niskociśnieniowa) do momentu uzyskania równomiernej, pozio-

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

mej strefy działania. Ciśnienie nie może spowodować uszkodzenia przegrody, dlatego musi być dostosowane do parametrów wytrzymałościowych iniektowanej przegrody (jest podawane przez dokumentację techniczną). Nie wolno przykładać od razu maksymalnego ciśnienia, konieczne jest łagodne zwiększanie na końcówce iniekcyjnej. Czas iniekcji powinien wynosić min. 10–20 min. Wartość ciśnienia podana jest w dokumentacji technicznej;

» stosowana pompa musi umożliwiać monitorowanie ciśnienia oraz określenie ilości iniektu wprowadzonego w mur;

» po zakończeniu iniekcji zasklepić otwory zaprawą systemową (nie dopuszcza się stosowania zwykłej zaprawy cementowej);

W kombinacji etapów 2+3 (wariant z aktywatorem):

» przestrzegać zaleceń podanych w rozdziale „Zasady ogólne wykonywania prac” (☞ 2.3);

» na przegrodzie zaznaczyć miejsca wykonywania otworów;

» wykonać nawierty zgodnie z zaleceniami podanymi w rozdziale „Zasady ogólne wykonywania prac” (☞ 2.3);

» otwory odpylić przez odessanie (zalecane) lub przedmuchanie sprężonym powietrzem (należy zadbać, aby nie zabrudzić otworu zanieczyszczeniami olejowymi);

» w wywierconych otworach obsadzić pakery i podłączyć pompę iniekcyjną;

» typy pomp i pakerów lub lanc iniekcyjnych zależą od rodzaju zastosowanego systemu (informacje te podawane są przez producentów materiałów do iniekcji). Proces powinien przebiegać przy jednostajnym ciśnieniu nieprzekraczającym 10 barów (zazwyczaj 3–5 barów – iniekcja niskociśnieniowa) do momentu uzyskania równomiernej, poziomej strefy działania. Ciśnienie nie może spowodować uszkodzenia przegrody, dlatego musi być dostosowane do parametrów wytrzymałościowych iniektowanej przegrody (jest podawane przez dokumentację techniczną). Nie wolno przykładać od razu maksymalnego ciśnienia, konieczne jest jego łagodne zwiększanie na końcówce iniekcyjnej. Wartość ciśnienia podana jest w dokumentacji technicznej;

» stosowana pompa musi umożliwiać monitorowanie ciśnienia oraz określenie ilości iniektu wprowadzonego w mur;

» jeżeli na pakerze przez 15–20 min utrzymuje się stałe ciśnienie, można przyjąć, że w odniesieniu do danego otworu nastąpiło wysycenie przyległej strefy przegrody;

» po upływie kilku godzin do 1 dnia wprowadzić w mur dodatkowe aktywatory za pomocą krótkotrwałych iniekcji. Wartość ciśnienia podana jest w dokumentacji technicznej;

» po zakończeniu iniekcji otwory zasklepić zaprawą systemową (nie dopuszcza się stosowania zwykłej zaprawy cementowej).

Iniekcja impulsowa wymaga stosowania wyłącznie mikroemulsji silikonowych i specjalnego, programowanego agregatu podającego iniekt. Cały proces iniekcji sterowany jest automatycznie. Odpowiednio ustawiony programator pozwala na zoptymalizowanie parametrów procesu (ciśnienia, czasu impulsu, przerwy, czasu iniekcji). Nie stosuje się pakerów, lecz lance iniekcyjne. Są to specjalne rurki z nawierconymi rzędami otworów o średnicy nieprzekraczającej 1 mm. Pozwalają na wykonanie skutecznej iniekcji w murach z rysami i pustkami bez wykonywania wstępnej iniekcji upłynnionymi zasadami. Podczas wykonywania tego typu prac:

» przestrzegać zaleceń podanych w rozdziale „Zasady ogólne wykonywania prac” (☞ 2.3);

» na przegrodzie zaznaczyć miejsca wykonywania otworów;

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

» wykonać nawierty zgodnie z zaleceniami podanymi w rozdziale „Zasady ogólne wykonywania prac” (☞ 2.3);
» otwory odpylić przez odessanie (zalecane) lub przedmuchanie sprężonym powietrzem (należy zadbać, aby nie zabrudzić otworu zanieczyszczeniami olejowymi);
» w wywierconych otworach obsadzić lance iniekcyjne, podłączyć, zaprogramować i uruchomić agregat;
» agregat ustawić na wytwarzanie cyklicznego ciśnienia, czas impulsu wynosi zazwyczaj od 0,5 do 2,5 s, z przerwami 0,5–5 min. Czas impulsów i długość przerw zależą od fazy iniekcji (**TABELA 2.2**);

Materiał	Możliwość penetracji	Faza iniekcji	Czas iniekcji [min]	Liczba impulsów	Czas przerwy [min]
Cegła	Bardzo chłonny	Wstępna	10	5	2
		Faza I	60	20	3
		Faza II	120	30	4
		Faza III	180	30	6
	Chłonny	Wstępna	15	5	3
		Faza I	60	15	4
		Faza II	150	30	5
		Faza III	210	30	7
	Mało chłonny	Wstępna	20	5	4
		Faza I	75	15	5
		Faza II	175	25	7
		Faza III	240	30	8
Kamień naturalny	Bardzo chłonny	Wstępna	18	6	3
		Faza I	60	15	4
		Faza II	150	30	5
		Faza III	180	30	6
	Chłonny	Wstępna	20	5	4
		Faza I	60	12	5
		Faza II	180	30	6
		Faza III	210	30	7
	Mało chłonny	Wstępna	25	5	5
		Faza I	90	15	6
		Faza II	210	30	7
		Faza III	240	30	8

TABELA 2.2. **Przebieg iniekcji (nastawy czasowe)**

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

» czas iniekcji w odniesieniu do odcinka obsługiwanego przez pompę (do 64 lanc) wynosi zwykle 5–10 godz.;
» po zakończeniu iniekcji zasklepić otwory zaprawą systemową (nie dopuszcza się stosowania zwykłej zaprawy cementowej);
» jeżeli stosuje się tradycyjne pakery, konieczne jest wykonanie wszystkich robót przygotowawczych, łącznie z wstępną iniekcją (jeżeli jest niezbędna).

2.3.2. INIEKCJA GRAWITACYJNA (BEZCIŚNIENIOWA)

2.3.2.1. PRZYGOTOWANIE PODŁOŻA

Podłoże (przegrodę) oraz strefę iniekcji należy przygotować zgodnie z zasadami podanymi w rozdziale „Wymogi ogólne stawiane podłożu” (☞ 2.2).

2.3.2.2 KONTROLA STANU PODŁOŻA PRZED ROZPOCZĘCIEM PRAC

Kontrolę przeprowadzić zgodnie z zasadami dotyczącymi iniekcji ciśnieniowej (☞ 2.3.1.2).

2.3.2.3. PRZYGOTOWANIE MATERIAŁU

Materiał do iniekcji przygotować zgodnie z zasadami dotyczącymi iniekcji ciśnieniowej (☞ 2.3.1.3).

2.3.2.4. WYKONYWANIE INIEKCJI

Podczas wykonywania **iniekcji z zastosowaniem kremów iniekcyjnych**:
» przestrzegać zaleceń podanych w rozdziale „Zasady ogólne wykonywania prac” (☞ 2.3);
» zaznaczyć na przegrodzie miejsca wykonywania otworów;
» wykonać nawierty zgodnie z zaleceniami podanymi w rozdziale „Zasady ogólne wykonywania prac” (☞ 2.3);
» otwory odpylić przez odessanie (zalecane) lub przedmuchanie sprężonym powietrzem (należy zadbać, aby nie zabrudzić otworu zanieczyszczeniami olejowymi);
» opakowanie kremu umieścić w aplikatorze;
» krem aplikować przez równomierne wyciskanie zawartości aplikatora w kierunku od końca nawiertu do lica ściany;
» zwracać uwagę, aby otwór był wypełniony w całej objętości;
» po zakończeniu iniekcji otwory zaszpachlować szlamem systemowym (szpachlówką) lub wypełnić zaprawą systemową (nie dopuszcza się stosowania zwykłej zaprawy cementowej). Wypełnienie otworów jest możliwe dopiero po całkowitym wchłonięciu się kremu iniekcyjnego (**FOT. 2.6–2.9**).

Podczas wykonywania **iniekcji w wariancie podstawowym (klasycznym)**:
» przestrzegać zaleceń podanych w rozdziale „Zasady ogólne wykonywania prac” (☞ 2.3);
» zaznaczyć na przegrodzie miejsca wykonywania otworów;

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

FOT. 2.6. **Otwory przygotowane pod iniekcję za pomocą kremu;** *fot.: Weber Deitermann*

FOT. 2.7. **Pistolet iniekcyjny do kremu;** *fot.: Weber Deitermann*

FOT. 2.8. **Iniekcja w narożniku ściany;** *fot.: Weber Deitermann*

FOT. 2.9. **Nawierty po wykonaniu iniekcji kremem;** *fot.: Weber Deitermann*

» wykonać nawierty zgodnie z zaleceniami podanymi w rozdziale „Zasady ogólne wykonywania prac" (☞ 2.3);

» otwory odpylić przez odessanie (zalecane) lub przedmuchanie sprężonym powietrzem (należy zadbać, aby nie zabrudzić otworu zanieczyszczeniami olejowymi);

» jeżeli podczas wykonywania nawiertów okaże się, że mur zawiera rysy i pustki, konkretny otwór należy oznaczyć, aby wykonać w nim wstępną iniekcję wypełniającą rysy i pustki (☞ 2.3.3);

» w wywierconych otworach obsadzić lejki lub pojemniki iniekcyjne;

» lejki i pojemniki wypełnić preparatem do iniekcji. W trakcie iniekcji na bieżąco uzupełniać iniekt, tak aby przez cały czas znajdował się w pojemniku (lejku);

» czas wysycania przegrody nie może być krótszy niż 24 godz. (zalecane 48 godz.). Po tym czasie lejek (pojemnik) należy zdemontować;

» w przypadku zaobserwowania niekontrolowanego ubytku iniektu, konkretny otwór należy oznaczyć, aby wykonać w nim wstępną iniekcję wypełniającą rysy i pustki (☞ 2.3.3);

» po zakończeniu iniekcji otwory zasklepić zaprawą systemową (nie dopuszcza się stosowania zwykłej zaprawy cementowej).

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

2.3.3. INIEKCJA WSTĘPNA WYPEŁNIAJĄCA PUSTKI

Podczas wykonywania wstępnej iniekcji wypełniającej pustki należy przestrzegać następujących wymogów:

» otwory odpylić przez odessanie (zalecane) lub przedmuchanie sprężonym powietrzem (należy zadbać, aby nie zabrudzić otworu zanieczyszczeniami olejowymi);

» w otwory wlać lub wtłoczyć pod ciśnieniem upłynnioną zaprawę systemową przeznaczoną do wypełniania rys i pustek;

» po stwardnieniu zaprawy (24 godz., o ile producent nie zaleca inaczej) ponownie rozwiercić otwory, odpylić i wykonać iniekcję zgodnie z pierwotnym schematem technologicznym;

» ciśnienie przy wypełnianiu otworów zaprawą podawaną pompą musi być zgodne z wymaganiami zawartymi w dokumentacji technicznej;

» jeżeli nie rozwierca się otworów, lecz wykonuje na nowo, kilka centymetrów powyżej należy ponownie wykonać wszystkie czynności odpowiadające danemu rodzajowi iniekcji. Muszą być także spełnione wszystkie warunki brzegowe (rozstaw otworów, kąt nachylenia, ciśnienie, rodzaj iniektu itp.).

2.3.4. KONTROLA PODCZAS WYKONYWANIA INIEKCJI

Po wykonaniu nawiertów, ale przed rozpoczęciem iniekcji należy:

» sprawdzić umiejscowienie otworów – przez porównanie z wymaganiami dokumentacji technicznej;

» sprawdzać przez pomiar rozstaw otworów, ich głębokość i kąt pochylenia;

» sprawdzać drożność otworów – np. przez włożenie stalowego pręta;

» otwory ponumerować i wykonać rysunki z usytuowaniem otworów i oznaczoną numeracją. Na rysunkach zaznaczyć przebieg ewentualnych rys oraz opisać sposób ich naprawy;

» skontrolować warunki cieplno-wilgotnościowe za pomocą odpowiednich termometrów i higrometrów;

» sprawdzić, czy materiały odpowiadają wymaganiom dokumentacji projektowej;

» sprawdzić datę przydatności materiałów do zastosowania oraz stan opakowań (w uzasadnionych przypadkach sprawdzić sposób przechowywania i/lub przewożenia materiałów);

» wizualnie skontrolować wygląd zewnętrzny materiałów;

» podczas przygotowania mikroemulsji silikonowych skontrolować ilość dodawanej wody – musi być ona zgodna z zaleceniami dokumentacji technicznej i wytycznymi producenta (w odniesieniu do przegród o różnej wilgotności proporcje mieszania mogą być różne).

Podczas wykonywania prac iniekcyjnych należy:

» kontrolować warunki cieplno-wilgotnościowe za pomocą odpowiednich termometrów i higrometrów;

» wizualnie kontrolować wygląd zewnętrzny materiałów;

» podczas przygotowania mikroemulsji silikonowych kontrolować ilość dodawanej wody – ilość ta musi być zgodna z zaleceniami dokumentacji technicznej i wytycznymi producenta (w odniesieniu do przegród o różnej wilgotności proporcje mieszania mogą być różne);

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

» na bieżąco kontrolować (przez porównanie z wynikami iniekcji próbnych oraz wymaganiami dokumentacji technicznej i zaleceniami producentów) i dokumentować ciśnienie iniekcji, czas jej trwania oraz zużycie preparatu w odniesieniu do każdego otworu;
» bezwzględnie dokumentować (przez zaznaczenie na murze oraz na rysunkach) miejsca (otwory), w których stwierdzono niekontrolowane wycieki preparatu iniekcyjnego;
» kontrolować długość przerw technologicznych (tam, gdzie to niezbędne, np. podczas iniekcji wielostopniowej lub podczas wstępnej iniekcji wypełniającej pustki);
» kontrolować nastawy czasowe iniekcji impulsowej.

Po zakończeniu iniekcji należy skontrolować przez oględziny poprawność (dokładność) wypełnienia/zasklepienia otworów.

Zgodnie z wymaganiami instrukcji WTA Merkblatt 4-4-04 [**5**] formularz dokumentacji istotnych parametrów powinien zawierać przynajmniej informacje o:

» firmie wykonawczej (dane identyfikujące),
» obiekcie,
» czasie, w którym wykonywano prace iniekcyjne,
» minimalnej i maksymalnej temperaturze podłoża,
» wilgotności względnej powietrza,
» zastosowanym preparacie iniekcyjnym,
» rodzaju (bazie) preparatu iniekcyjnego,
» zasadzie działania preparatu iniekcyjnego,
» producencie/dostawcy preparatu iniekcyjnego,
» wilgotności iniektowanego muru,
» stopniu przesiąknięcia muru wilgocią,
» nazwie i typie użytego wilgotnościomierza,
» grubości ściany,
» rodzaju materiału ścian i rodzaju muru (cegła, cegła wapienno-piaskowa, piaskowiec, kamień naturalny, beton, mur mieszany, mur jednowarstwowy, wielowarstwowy, spoina zwietrzała, mocna, inne),
» innych istotnych szczegółach (pustkach, starych przeponach itp.),
» rodzaju wykonywanej iniekcji (jednorzędowej, dwurzędowej, dwustronnej),
» średnicy otworów,
» rozstawie otworów,
» kącie nachylenia,
» głębokości nawiertów,
» usytuowaniu rzędu otworów (kondygnacja podziemna, parter, piętro, pozom gruntu, liczba centymetrów ponad poziomem otaczającego terenu, pod stropem, na dole ściany itp.),
» sposobie przeprowadzenia iniekcji (ciśnieniowa – stosowany agregat/pompa, ciśnienie iniekcji, bezciśnieniowa – zastosowany dodatkowy osprzęt/zasobnik, dodatkowe czynności – alkalizacja muru przed iniekcją i po niej, wstępne osuszanie pasa iniekcji itp.),
» zużyciu materiałów (zakładanym, rzeczywistym),
» innych istotnych informacjach.

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

Otwór nr	Odstęp między kolejnymi otworami		Grubość muru [cm]	Głębokość otworu [cm]	Kąt nachylenia [°]	Rodzaj muru	Zużycie iniektu [dm³ lub kg]	Wypełnienie pustek – zużycie zaprawy [dm³ lub kg]
	Poziomymi [cm]	Pionowymi [cm]						
1.	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....

TABELA 2.3. **Protokół iniekcji bezciśnieniowej**

Otwór nr	Odstęp między kolejnymi otworami		Ciśnienie [bar]	Zużycie iniektu [dm³ lub kg]	Kąt nachylenia [°]	Głębokość otworu [cm]	Rodzaj muru	Grubość muru [cm]	Wypełnienie pustek – zużycie zaprawy [dm³ lub kg]
	Poziomymi [cm]	Pionowymi [cm]							
1.	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....

TABELA 2.4. **Protokół iniekcji ciśnieniowej**

W **TABELACH 2.3–2.4** podano przykład szczegółowego formularza kontroli w odniesieniu do każdego otworu.

2.3.5. KONTROLA PO WYKONANIU ROBÓT

Po wykonaniu robót należy skontrolować wygląd zainiektowanej przegrody: czy nie pojawiły się oznaki uszkodzeń (spękania, rysy, wybrzuszenia itp.).

Badanie skuteczności wykonanej przepony jest możliwe tylko przez kompleksowe badanie obiektu, na podstawie indywidualnie opracowanej metodyki.

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

3. IZOLACJA PIONOWA ORAZ IZOLACJA POSADZKI

Na wybór rozwiązania konstrukcyjnego ma wpływ wiele czynników, począwszy od stopnia obciążenia wilgocią (gruntową, kondensacyjną, wodą pod ciśnieniem, wodą opadową itp.), a skończywszy na stanie obiektu (obecności zarysowań i pęknięć elementów konstrukcji, konieczności wykonania wzmocnień itp.) oraz innych obciążeniach czy czynnikach agresywnych (np. agresywnych substancjach w wodzie gruntowej) (**TABELA 1.4**). Ponadto należy mieć na uwadze poprzednie, obecne i przyszłe przeznaczenie obiektu, a także właściwości pierwotnie zastosowanych materiałów (np. ich skłonność do pęcznienia, potencjalne reakcje chemiczne z materiałem naprawczym czy uszczelniającym) oraz względy ekonomiczne.

Zewnętrzną izolację wtórną wykonuje się zarówno w przypadku obciążenia wodą pod ciśnieniem, jak i obciążenia wilgocią gruntową. Izolacja zewnętrzna musi być rodzajem wanny blokującej dostęp wilgoci do elementów konstrukcji zagłębionych w gruncie. Konieczne jest szczelne połączenie jej z nieuszkodzoną lub odtworzoną izolacją poziomą. Wszelkie przejścia rur instalacyjnych, inne przebicia oraz dylatacje należy starannie uszczelnić.

Klasyczna wtórna pionowa izolacja zewnętrzna wymaga odkopania ścian fundamentowych (**RYS. 1.7**). Aby wykonać izolację kurtynową (**RYS. 1.9**) lub strukturalną (**RYS. 1.8**), nie trzeba natomiast odkopywać budynku, konieczny jest jednak specjalistyczny sprzęt i doświadczony wykonawca. Wykonanie tego typu iniekcji (dotyczy to zwłaszcza iniekcji strukturalnych) nie zawsze jest możliwe (determinuje to stan muru).

Zasadnicza różnica między wtórną zewnętrzną izolacją pionową a izolacją wewnętrzną typu wannowego polega na tym, że w przypadku izolacji wannowej przekrój ściany cały czas pozostaje wilgotny. Jeżeli do budowy ścian fundamentowych piwnic nie zastosowano materiałów nieodpornych na wilgoć (np. beton komórkowy), to nie powinno być problemów związanych z bezpieczeństwem budynku, chociaż rozwiązanie z zewnętrzną powłoką uszczelniającą jest znacznie korzystniejsze. Powyżej wewnętrznej powłoki uszczelniającej stosuje się zazwyczaj wtórną izolację poziomą oraz tynk renowacyjny (**RYS. 1.10**). Izolację typu wannowego można wykonywać w sytuacji obciążenia wilgocią gruntową, wodą bezciśnieniową oraz wodą pod ciśnieniem. Konieczne jest odcięcie dopływu wilgoci do przegród i elementów wewnętrznych, a także uszczelnienie dylatacji, przejść rurowych itp. trudnych i krytycznych miejsc.

Ze względu na technologię wykonywania prac konieczne jest, by podczas określania stanu budynku/budowli czy przegrody zwrócić uwagę na:

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

» rodzaj materiału użytego do wykonania przegrody, jej wytrzymałość, stateczność, stabilność, przekrój, wielowarstwowość muru, obecność przejść rur instalacyjnych, dylatacji, ścian poprzecznych, obecność sklepień/stropów itp.,
» możliwość dostępu do powierzchni,
» stan przegrody, obecność uszkodzeń (rys, spękań – ich długość oraz układ, ubytków – ich wielkość, rodzaj itp.),
» obecność wcześniej wykonanych izolacji – ich stan, uszkodzenia, ewentualne wcześniejsze naprawy itp.,
» obecność drenażu i jego skuteczność,
» rodzaj otaczającego gruntu,
» obciążenie wilgocią/wodą,
» wilgotność i stopień przesiąknięcia wilgocią,
» stopień zasolenia i związany z tym higroskopijny pobór wilgoci,
» warunki cieplno-wilgotnościowe (temperaturę powietrza i podłoża, względną wilgotność powietrza),
» rodzaj i jakość (stan) podłoża, nośność i stabilność powierzchni, obecność pęczniejących materiałów, kompatybilność podłoża oraz istniejących/projektowanych (wtórnych) izolacji.

Ze względu na to, że prace wykonywane są w zawilgoconych i zasolonych obiektach, konieczna jest wcześniejsza ocena podłoża pod względem objawów korozji biologicznej, zwłaszcza obecności grzybów – pleśni i grzybów domowych. Jeżeli stwierdzi się obecność grzybów domowych (grzybnia, sznurów, owocników), należy wykonać ekspertyzę mykologiczną i zabiegi odgrzybieniowe. Prace te muszą być skorelowane z wykonaniem wtórnej izolacji pionowej. Zagadnień tych nie można traktować oddzielnie.

Ze względu na specyfikę izolacji strukturalnych (iniekcji strukturalnych) podczas określania stanu budynku/budowli czy przegrody należy dodatkowo zwrócić uwagę na:
» rodzaj materiału użytego do wykonania przegrody,
» geometrię,
» jednorodność,
» pęknięcia,
» zarysowania (szerokość i długość rys oraz ich układ),
» wielowarstwowość muru,
» wytrzymałość,
» stateczność.

Podczas opracowywania projektu wykonywania iniekcji strukturalnej należy brać pod uwagę tzw. czynniki niepewności (ryzyka), uwzględnić je i zminimalizować już na etapie projektu renowacji. Będą to: dobór preparatu iniekcyjnego (zależny m.in. od stopnia przesiąknięcia muru wilgocią – **TABELA 2.1**), rozstaw otworów (związany z ilością wilgoci w murze i zdolnością iniektu do penetracji w kapilary oraz z rodzajem muru), niejednorodność muru, występowanie rys i pustek oraz sposób, w jaki preparat iniekcyjny przerywa podciąganie kapilarne.

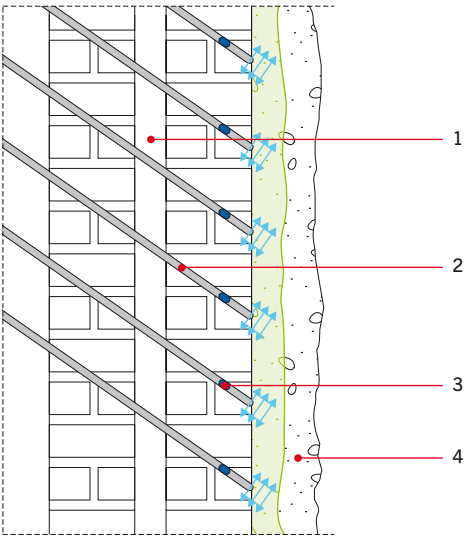
Projektant powinien zadecydować o wyborze środka iniekcyjnego na podstawie wcześniej przeprowadzonej diagnostyki, a także wybrać sposób wykonania aplikacji na podstawie informacji o porowatości i wytrzymałości cegieł. Projekt powinien zawierać dokładne informacje o sposobie

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

wykonania iniekcji, określać średnice i rozstaw (raster) otworów oraz podawać wielkość ciśnienia iniekcyjnego.

Iniekcja strukturalna może być wykonywana w całym przekroju ściany (**RYS. 1.8**) lub tylko w jej części.

Iniekcja kurtynowa wymaga także określenia stanu i rodzaju gruntu. Sposób jej wykonania oraz zużycie iniektu mogą się różnić w zależności od typu gruntu (spoisty czy niespoisty). Pakery/lance iniekcyjne można mocować w murze (**RYS. 1.9**), przy czym jeżeli obsadzenie i uszczelnienie znajduje się przy wewnętrznej powierzchni ściany, iniekt wnika w pustki, rysy i spękania w murze, co skutkuje konsolidacją struktury muru, lecz także wzrostem zużycia materiału. Drugą możliwością jest obsadzenie pakerów w zewnętrznej strefie przegrody (**RYS. 3.1**).



RYS. 3.1. **Izolacja kurtynowa;** *rys.: C. Magott*
1 – pustka powietrzna, **2** – lanca iniekcyjna, **3** – nasadka uszczelniająca, **4** – grunt

3.1. MATERIAŁY DO WYKONYWANIA IZOLACJI POWŁOKOWYCH

Zgodnie z instrukcją WTA Merkblatt 4-6-05 [6] do wykonywania izolacji powłokowych mogą być stosowane bezspoinowe i rolowe materiały uszczelniające, takie jak:

- masy asfaltowe,
- grubowarstwowe, modyfikowane polimerami masy uszczelniające (KMB),
- sztywne mikrozaprawy (szlamy) uszczelniające,
- elastyczne mikrozaprawy (szlamy) uszczelniające,
- samoprzylepne, bitumiczne membrany uszczelniające,
- papy,
- folie z tworzyw sztucznych.

Zastosowane materiały muszą umożliwiać wykonanie szczelnego połączenia z wtórną izolacją poziomą oraz izolacją cokołową, a także uszczelnienia dylatacji, przejść rurowych i innych trudnych miejsc. Stosowanie niekompatybilnych materiałów lub takich, dla których nie opracowano ww. szczegółów, jest zabronione. Przykładowe rysunki detali pokazano w rozdziale „Detale i prace uzupełniające" (☞ 5).

3.1.1. BEZSPOINOWE MATERIAŁY BITUMICZNE

3.1.1.1. MASY ASFALTOWE

Materiały te stosuje się do wykonywania izolacji przeciwwilgociowych i przeciwwodnych. Ze względu na zastosowanie i właściwości rozróżnia się:

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

- masy gruntujące,
- masy do wykonywania właściwych powłok uszczelniających,
- pasty.

W zależności od zastosowanych emulgatorów można wyróżnić masy:

- anionowe,
- kationowe,
- niejonowe.

Masy asfaltowe mogą być modyfikowane polimerami, żywicami lub cyklokauczukami. Masy modyfikowane najczęściej określane są nazwą masy KMB. Mogą być jedno- lub dwuskładnikowe. W połączeniu z wkładkami zbrojącymi tworzą tzw. laminaty (tego określenia w praktyce używa się coraz rzadziej, w odniesieniu do mas KMB nie funkcjonuje ono wcale).

Wymagania stawiane masom asfaltowym określono w:

- normach:
  - PN-B-24620:1998 [**11**],
  - PN-B-24006:1997 [**12**],
  - ew. PN-B-24000:1997 [**13**]
- ZUAT-ach:
  - ZUAT-15/IV.07/2005 [**14**] (**TABELA 3.1**),
  - ZUAT-15/IV.18/2005 [**15**] (**TABELA 3.2**).

Właściwość	**Wymagania dotyczące rozpuszczalnikowej masy asfaltowej i powłoki z niej wykonywanej**		
	Masa gruntująca	**Masa powłokowa (powłokowo-klejąca)**	**Pasta**
Zawartość wody [%]	≤0,5		
Czas wysychania [godz.]	≤5		
Zawartość składników lotnych [%]	≤70	≤50	≤30
Zawartość składników rozpuszczalnych w chloroformie [%]	–	≤30	≤50
Giętkość (powłoki) podczas przeginania na półobwodzie wałka o średnicy 30 mm w temp. 0°C	–	Niedopuszczalne powstawanie rys i pęknięć	–
Nasiąkliwość [% wag.]	–	≤7	≤7
Przesiąkliwość powłoki przy działaniu słupa wody o wys. 500 mm w czasie 24 godz.	–	Niedopuszczalna	
Spływność powłoki w temp. +70°C	Niedopuszczalne jest spływanie oraz tworzenie się pęcherzy i kraterów		
Odporność na przebicie statyczne powłoki [daN]	–	≥15	

TABELA 3.1. **Wybrane wymagania stawiane rozpuszczalnikowym masom asfaltowym i asfaltowym modyfikowanym według ZUAT-15/IV.07/2005 [14]*)**

*) Wymagania podane w ZUAT-15/IV.07/2005 przewidują jedynie wykonywanie izolacji przeciwwilgociowych

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

Składnik	Właściwość		Wymagania
Składnik płynny	Zawartość wody [%]		≤65
	Zawartość substancji mineralnych [%]		≤40
	Pozostałość na sicie [%]		≤1,5
	Zdolność rozcieńczania wodą [%]		≥200
Mieszanka	Czas wysychania [h]		≤5
	Czas wstępnego twardnienia		≤12
Powłoka	Wodoszczelność [MPa]	Izolacje przeciwwodne	≥0,15
		Izolacje przeciwwilgociowe	≥0,01
	Wodochłonność [%, masowa]	bez dodatkowych ograniczeń	≤7
		przy jednoczesnym braku przecieku przy ciśnieniu 0,15 MPa w badaniu wodoszczelności	≤20
	Wodoszczelność [MPa]		≥0,5
	Spływność z podłoża betonowego w 100°C		Niedopuszczalna
	Odporność na działanie mrozu, oceniona na podstawie	zmiany wyglądu zewnętrznego	Dopuszczalna nieznaczna zmiana barwy
		przyczepności do podłoża [MPa]	≥0,5
		wodoszczelności	≥0,15 – izolacje przeciwwodne
			≥0,01 – izolacje przeciwwilgociowe

TABELA 3.2. **Wybrane wymagania stawiane wyrobom bitumiczno-mineralnym według ZUAT-15/IV.18/2005 [15]**

Norma PN-B-24006:1997 [12] wymaga oznaczenia elastyczności przez badanie giętkości przez przeginanie na walcu o średnicy 30 mm w temp. –5°C. Czas schnięcia (powierzchniowego) w temp. +23°C nie może być dłuższy niż 12 godz.

W ZUAT-15/IV.07/2005 [14] określono wymagania dotyczące mas rozpuszczalnikowych stosowanych tylko jako izolacja przeciwwilgociowa, a elastyczność zdefiniowano przez badanie giętkości przez przeginanie na walcu o średnicy 30 mm w temp. 0°C.

W ZUAT-15/IV.18/2005 [15] określono wymagania dotyczące dwuskładnikowych mas bitumiczno-mineralnych stosowanych zarówno jako izolacja przeciwwilgociowa, jak i przeciwwodna. Różnią się one wymaganiami związanymi z wodoszczelnością: odpowiednio ≥0,01 MPa i ≥0,15 MPa.

Tradycyjne masy asfaltowe mogą być stosowane do wykonywania:

» samodzielnych izolacji przeciwwilgociowych oraz z laminatów (wkładka zbrojąca z siatki z włókna szklanego) – masa klasy R według normy PN-B-24006:1997 [12];

» samodzielnych izolacji przeciwwilgociowych i przeciwwodnych oraz z laminatów (wkładka zbrojąca z siatki z włókna szklanego) – masa klasy D według normy PN-B-24006:1997 [12];

» samodzielnych izolacji przeciwwilgociowych i przeciwwodnych oraz z laminatów (wkładka zbrojąca z siatki z włókna szklanego) oraz do wykonywania wielowarstwowych izolacji z pap – masa klasy P według normy PN-B-24006:1997 [12];

Tradycyjne masy asfaltowe stosuje się coraz rzadziej – zostały wyparte przez masy KMB.

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

3.1.1.2. POLIMEROWO-BITUMICZNE, GRUBOWARSTWOWE MASY USZCZELNIAJĄCE (MASY KMB)

Są to materiały nowej generacji, odporne na deszcz już po 1–2 godz. od nałożenia. Umożliwiają szybkie zasypanie wykopów fundamentowych (1–2 dni po nałożeniu). Są elastyczne także w ujemnej temperaturze. Mogą wykazywać odporność na agresywne wody gruntowe klasyfikowane jako XA3 (według normy PN-EN 206-1:2003 [**16**]) oraz jako silnie agresywne (według normy DIN 4030-1:2008-06 [**17**]).

W zależności od grubości warstwy mogą stanowić zarówno izolację przeciwwilgociową, jak i przeciwwodną.

Wymagania stawiane masom KMB podano w normie PN-EN 15814:2011 [**18**] (**TABELA 3.3**).

Wymagania te wiążą się bezpośrednio z zapisami normy DIN 18195:2000 [**19**] oraz wytycznych Richtlinie für die Planung Und Ausführung von Abdichtung mit kunststoffmodifizierten Bitumendickbeschichtungen (KMB) – erdberührte Bauteile, Deutsche Bauchemie e.V z 2001 r. [**20**] oraz 2010 r. [**21**] (**TABELA 3.4**). Należy zaznaczy, że niektóre wymagania podane w **TABELI 3.3** zostały znacznie obniżone w porównaniu z wymaganiami podanymi w **TABELI 3.4**.

Jeżeli dana masa KMB pod względem składu odpowiada definicjom przyjętym w ZUAT-15/ /IV.18/2005 [**15**], to stawiane jej wymagania można przyjmować na podstawie tego dokumentu (**TABELA 3.2**).

Dostępne na rynku masy KMB różnią się liczbą składników (są jedno- lub dwuskładnikowe), a co za tym idzie – sposobem i czasem schnięcia. Materiały jednoskładnikowe wiążą przez wysychanie. Czas wysychania zależy zasadniczo od warunków zewnętrznych. Masy dwuskładnikowe dzięki specyficznym właściwościom roztworu potrafią w czasie twardnienia wiązać nawet bez dostępu powietrza lub w obecności wody.

Z punktu widzenia jakości materiału i skuteczności wykonywanych prac masy KMB powinny spełniać wymagania podane w **TABELI 3.4**. Materiałów klasyfikowanych według normy PN-EN 15814:2011 [**18**] jako CB0 oraz C0 w zasadzie nie powinno się stosować. Masy KMB klasyfikowane jako C1 mogą być stosowane do wykonywania izolacji przeciwwilgociowej.

Do oceny jakości materiału bardzo istotne są dwa parametry. Pierwszy to tzw. zawartość części stałych, mówiąca o tym, o ile zmniejszy się grubość powłoki po wyschnięciu (zawartość części stałych wynosząca 90% oznacza, że po wyschnięciu grubość hydroizolacji będzie wynosić 90% grubości nałożonej świeżej masy). Pod tym względem dostępne na rynku masy KMB mogą się znacznie różnić, co skutkuje znacznym zróżnicowaniem zużycia w celu uzyskania wyschniętej warstwy o żądanej grubości. Drugim istotnym parametrem jest odporność masy na obciążenia (tzw. obciążalność mechaniczna, w normie PN-EN 15814:2011 [**18**] nazwana wytrzymałością na ściskanie). Jest ona określana zmniejszeniem grubości warstwy hydroizolacji przy obciążeniu mechanicznym. W odniesieniu do izolacji przeciwwodnej przy obciążeniu mechanicznym 0,3 MN/m^2 zmniejszenie grubości powłoki hydroizolacyjnej nie może być większe niż 50%. Oznacza to, że nie każdy materiał może być zastosowany do izolacji poziomych – decyzję należy podjąć indywidualnie, po analizie obciążeń i parametrów związanej masy. Dostępne są materiały, których odporność na obciążenia wynosi 0,6 MN/m^2.

Masy KMB wymagają równego, lecz niekoniecznie płaskiego podłoża (bezspoinowość pozwala na uzyskanie ciągłej szczelnej powłoki). Są proste w aplikacji. Dzięki systemowym materiałom

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

Właściwość	Wymagania			
Mostkowanie rys	Klasa CB0 – brak wymagań	Klasa CB1 – ≥ 1 mm w odniesieniu do powłoki o gr. ≥ 3 mm po wyschnięciu	Klasa CB2 – ≥ 2 mm w odniesieniu do powłoki o gr. ≥ 3 mm po wyschnięciu	
Odporność na deszcz	Klasa R0 – brak wymagań	Klasa R1 – ≤ 4 godz. w odniesieniu do niewyschniętej powłoki o gr. ≥ 3 mm	Klasa R2 – ≤ 8 godz. w odniesieniu do niewyschniętej powłoki o gr. ≥ 3 mm	Klasa R3 – ≤ 24 godz. w odniesieniu do niewyschniętej powłoki o gr. ≥ 3 mm
Odporność na wodę	Brak przebarwień wody			
	Brak objawów wypłukiwania wkładki zbrojącej (jeżeli jest stosowana) w odniesieniu do powłoki o gr. ≥ 4 mm po wyschnięciu			
Elastyczność w niskiej temperaturze	Brak rys			
Stabilność w wysokiej temperaturze	Brak spływania/odrywania się powłoki			
Utrata grubości powłoki podczas wysychania	≤50%			
Szczelność	Klasa W1 – ≥ 0,0075 N/mm² w odniesieniu do powłoki bez wkładki zbrojącej o gr. ≥ 3 mm po wyschnięciu	Klasa W2A – ≥ 0,075 N/mm² w odniesieniu do powłoki z wkładką zbrojącej o gr. ≥ 4 mm po wyschnięciu	Klasa W2B – ≥ 0,075 N/mm² w odniesieniu do powłoki bez wkładki zbrojącej o gr. ≥ 4 mm po wyschnięciu	
Wytrzymałość na ściskanie	Klasa C0 – brak wymagań	Klasa C1 – zmniejszenie grubości warstwy hydroizolacji o maks. 50% przy obciążeniu 0,06 MN/m² w odniesieniu do powłoki bez wkładki zbrojącej o gr. ≥ 3 mm po wyschnięciu; zmiana grubości w ciągu trzech bezpośrednio następujących po sobie dni nie może być większa niż 3%	Klasa C2A – zmniejszenie grubości warstwy hydroizolacji o maks. 50% przy obciążeniu 0,30 MN/m² w odniesieniu do powłoki z wkładką zbrojącą o gr. ≥ 4 mm po wyschnięciu; zmiana grubości w ciągu trzech bezpośrednio następujących po sobie dni nie może być większa niż 3%	Klasa C2B – zmniejszenie grubości warstwy hydroizolacji o maks. 50% przy obciążeniu 0,30 MN/m² w odniesieniu do powłoki bez wkładki zbrojącej o gr. ≥ 4 mm po wyschnięciu; zmiana grubości w ciągu trzech bezpośrednio następujących po sobie dni nie może być większa niż 3%
Opór dyfuzyjny względem pary wodnej (opcjonalnie)	Zgodnie z deklaracją producenta			

TABELA 3.3. **Wybrane wymagania stawiane masom KMB według normy PN-EN 15814:2011** [18]

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

Właściwość	Wymagania
Odporność termiczna	Wymagana dla temp. ≥70°C
Odporność na działanie ujemnej temperatury (badane przez przeginanie w odniesieniu do powłoki o gr. 3 mm)	Odporny
Wodonieprzepuszczalność pod ciśnieniem 0,075 MPa przez 72 godz. na szczelinie o szer. 1 mm	Brak przecieku
Mostkowanie rys w temp. 4°C	≥2 mm
Odporność na wodę*)	Odporny
W odniesieniu do izolacji przeciwwodnej – obciążalność mechaniczna określana zmniejszeniem grubości warstwy hydroizolacji przy obciążeniu mechanicznym 0,3 MPa	≤50%
W odniesieniu do izolacji przeciwwilgociowej – obciążalność mechaniczna określana zmniejszeniem grubości warstwy hydroizolacji przy obciążeniu mechanicznym 0,06 MPa	≤50%

TABELA 3.4. **Wybrane wymagania stawiane masom KMB według normy DIN 18195:2000 [19] oraz wytycznych Richtlinie für die Planung und Ausführung von Abdichtung mit kunststoffmodifizierten Bitumendickbeschichtungen (KMB) – erdberührte Bauteile [20]**

*) Badanie przy obciążeniu wodą przez 28 dni

uzupełniającym (taśmom, kształtkom, manszetom) uszczelnienie dylatacji i przejść rurowych jest łatwe i skuteczne. Materiały te tolerują relatywnie wysoką wilgotność podłoża (zwłaszcza dobre jakościowo masy KMB o zawartości części stałych powyżej 75–80%). Wykazują szczelność na parcie słupa wody sięgające 50–70 m.

Ich wady to konieczność sprawdzania grubości nakładanej warstwy (tam, gdzie to możliwe, warto wtopić wkładki/siatkę zbrojącą) oraz relatywnie wysoka wrażliwość na punktowe lub liniowe uszkodzenia. Są wrażliwe na negatywne parcie wody (chyba że wykona się odpowiednią warstwę dociskową).

Masy KMB stosowane są do wykonywania przeciwwilgociowych i przeciwwodnych zewnętrznych izolacji pionowych oraz izolacji podposadzkowych.

3.1.2. BEZSPOINOWE MATERIAŁY CEMENTOWE

3.1.2.1. ELASTYCZNE SZLAMY (MIKROZAPRAWY) USZCZELNIAJĄCE

W skład polimerowo-cementowych mikrozapraw uszczelniających wchodzi cement, selekcjonowane kruszywo mineralne o uziarnieniu dobranym według specjalnie opracowanej krzywej przesiewu, włókna i specyficzne dodatki (specjalnie modyfikowane żywice, związki hydrofobowe itp.). Mogą zawierać również płynne polimery (materiały dwuskładnikowe) lub redyspergowalne żywice (materiały jednoskładnikowe), co zapewnia znaczną elastyczność zaprawy po związaniu.

W zależności od grubości warstwy mogą stanowić zarówno izolację przeciwwilgociową, jak i przeciwwodną.

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

Właściwość	Wymagania
Przyczepność do podłoża	≥0,5 MPa
Wodoszczelność	≥0,3 MPa
Odporność na działanie mrozu	Przyczepność do podłoża ≥0,5 MPa Wodoszczelność ≥0,3 MPa
Odporność na przebicie statyczne	≥15 daN
Maksymalne naprężenie rozciągające	≥0,4 MPa
Wydłużenie względne przy zerwaniu	>8%
Odporność na powstawanie rys podłoża	≥0,5 mm
Opór dyfuzyjny względem pary wodnej	Zgodnie z deklaracją producenta

TABELA 3.5. **Wymagania stawiane elastycznym szlamom uszczelniających według ZUAT-15/IV.13/2002 [22]**

Wymagania stawiane elastycznym szlamom uszczelniającym podaje ZUAT-15/IV.13/2002 [**22**] (**TABELA 3.5**).

Związane zaprawy są odporne na czynniki atmosferyczne, takie jak cykle zamarzania i odmarzania, szkodliwy wpływ soli zawartych w wodzie. Zachowują elastyczność w bardzo niskich temperaturach i są odporne na dyfuzję dwutlenku węgla. Doskonale nadają się do powierzchniowej izolacji i zabezpieczania przed wilgocią i wodą powierzchni narażonych na duże obciążenia i odkształcenia, a dzięki zwiększonej elastyczności potrafią mostkować rysy nawet do szer. 1 mm.

Kolejne zalety to bardzo dobra przyczepność do podłoży budowlanych (dobre jakościowo elastyczne szlamy cechują się przyczepnością rzędu min. 1 MPa) oraz łatwość kształtowania na powierzchniach o skomplikowanych kształtach. Do izolacji z cienkowarstwowych zapraw cementowych można bezpośrednio mocować np. okładziny ceramiczne lub wykonywać na niej wyprawy tynkarskie. Izolacje cementowe ze szlamów po związaniu stają się typowym podłożem cementowym.

Są odporne na negatywne parcie wody – ta zaleta, a także wysoka odporność na uszkodzenia i wysoka wytrzymałość na ściskanie sprawiają, że mogą być stosowane do uszczelnień stref cokołowych, zewnętrznej i wewnętrznej (wannowej) izolacji pionowej oraz izolacji podposadzkowej. Tolerują mokre podłoże, dlatego chętnie są stosowane jako tzw. wstępne uszczelnienie podłoża (zwłaszcza szlamy szybkowiążące o czasie wiązania i twardnienia wynoszącym kilka minut). Wykazują szczelność na parcie słupa wody sięgające 50–70 m. Ich wadą jest konieczność nakładania przynajmniej w 2 warstwach i sprawdzania grubości każdej nakładanej warstwy. Dzięki systemowym materiałów uzupełniającym (taśmom, kształtkom, manszetom) uszczelnienie dylatacji i przejść rurowych jest łatwe i skuteczne. Materiały te wymagają równego, lecz niekoniecznie płaskiego podłoża (bezspoinowość pozwala na uzyskanie ciągłej szczelnej powłoki).

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

Właściwość	Wymagania
Przyczepność do podłoża	≥0,5 MPa
Wodoszczelność	≥0,15 MPa
Odporność na działanie mrozu	Przyczepność do podłoża ≥0,5 MPa Wodoszczelność ≥0,15 MPa
Odporność na przebicie statyczne	≥15 daN
Opór dyfuzyjny względem pary wodnej	Zgodnie z deklaracją producenta

TABELA 3.6. **Wymagania stawiane sztywnym szlamom uszczelniającym według ZUAT-15/IV.13/2002 [22]**

3.1.2.2. SZTYWNE SZLAMY (MIKROZAPRAWY) USZCZELNIAJĄCE

Wymagania stawiane sztywnym szlamom uszczelniającym zawarto w ZUAT-15/IV.13/2002 [**22**] (**TABELA 3.6**).

Materiały te stosuje się do wykonywania poziomych i pionowych izolacji na nienarażonych na zarysowania podłożach. Doskonale sprawdzają się jako wstępne uszczelnienie zbyt wilgotnego podłoża podczas wykonywania właściwych powłok wodochronnych z mas KMB i membran samoprzylepnych.

3.1.3. ROLOWE MATERIAŁY BITUMICZNE

Elastyczne wyroby asfaltowe na osnowie (papy, membrany samoprzylepne) powinny spełniać wymagania norm:

- PN-EN 13969:2006 [**23**],
- PN-EN 14967:2007 [**24**].

Norma PN-EN 13969:2006 [**23**] dotyczy wyrobów do wykonywania izolacji przeciwwilgociowej i przeciwwodnej, norma PN-EN 14967:2007 [**24**] – jedynie wyrobów do izolacji przeciwwilgociowej.

Rozróżnia się papy asfaltowe oraz papy asfaltowe modyfikowane. Te ostatnie występują najczęściej jako papy termozgrzewalne oraz membrany samoprzylepne.

Papy mogą być mocowane (klejone) do podłoża za pomocą masy asfaltowej lub lepiku – zazwyczaj papy niemodyfikowane, zgrzewane do podłoża (termozgrzewalne) lub mocowane przez przyklejenie (membrany samoprzylepne).

Ze względu na osnowę papy asfaltowe można podzielić na [**25**]:

- papy na osnowie z tkanin technicznych,
- papy na welonie z włókien szklanych lub tworzyw sztucznych,
- papy na włókninie przeszywanej,
- papy na taśmie aluminiowej (stosowane w zasadzie jako paroizolacja),
- papy z wkładką miedzianą (stosowane najczęściej w dachach zielonych jako warstwa odpychająca korzenie).

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

Należy podkreślić, że papa na osnowie tekturowej nie jest materiałem hydroizolacyjnym i nie może być stosowana jako powłoka wodochronna (niezależnie od obciążenia wilgocią/wodą i sposobu mocowania).

Papy termozgrzewalne produkowane są zazwyczaj na osnowie z włókna szklanego lub poliestrowej. Masa asfaltowa powleczona osnową modyfikowana jest najczęściej elastomerem SBS lub plastomerem APP. Elastomer SBS nadaje stabilność formy, dobrą przyczepność do podłoża oraz znaczną elastyczność nawet w niskiej temp. (do –40°C). Papy tego typu można łączyć z innymi rodzajami. Plastomer APP (ataktyczne polipropyleny) z dodatkiem nasyconych elastomerów poliolefinowych, oprócz stabilnej formy i dobrej przyczepności, zapewnia odporność na działanie kwasów i soli nieorganicznych, ozonu oraz wysokiej temp. (do 150°C). Papa staje się natomiast dość sztywna w ujemnej temp. (–10°C).

Osnową membran samoprzylepnych może być: włóknina poliestrowa, welon szklany, welon szklany + siatka, tkanina szklana oraz osnowa mieszana [**26**]. Zaletą osnowy z tkaniny szklanej jest duża wytrzymałość na zerwanie, wadą – bardzo mała rozciągliwość. Osnowa na bazie włókniny lub tkaniny poliestrowej cechuje się dużą rozciągliwością podczas zerwania i jednoczesną wysoką wytrzymałością na siły zrywające. Włóknina poliestrowo-szklana wykazuje wysoką odporność na siły zrywające.

Zgodnie z zaleceniami ITB [**26**] papy stosowane do wykonywania powłok wodochronnych, oprócz zgodności z odpowiednimi normami, powinny się cechować m.in. następującymi parametrami:

» termozgrzewalne papy asfaltowe i asfaltowe modyfikowane:
- gramatura osnowy: poliestrowa ≥ 180 g/m^2, mieszana ≥ 160 g/m^2, z welonu szklanego ≥ 60 g/m^2, z tkaniny szklanej ≥ 200 g/m^2, zdwojonej (przeszywana z tkaniny szklanej i welonu szklanego) ≥ 270 g/m^2;
- zawartość składników rozpuszczalnych: ≥ 2500 g/m^2;
- giętkość przy przeginaniu na wałku o średnicy 30 mm: niedopuszczalne powstanie na zewnętrznej stronie rys i pęknięć w odniesieniu do pap niemodyfikowanych w temp. do 0°C, pap modyfikowanych SBS – do –15°C, pap modyfikowanych APP – do –5°C;
- maksymalna siła rozciągająca przy rozciąganiu wzdłuż papy na osnowie: poliestrowej ≥ 800 N, mieszanej ≥ 600 N, z welonu szklanego ≥ 300 N, z tkaniny szklanej ≥ 900 N, zdwojonej (przeszywanej z tkaniny szklanej i welonu szklanego) ≥ 900 N;
- maksymalna siła rozciągająca przy rozciąganiu w poprzek papy na osnowie: poliestrowej ≥ 600 N, mieszanej ≥ 500 N, z welonu szklanego ≥ 200 N, z tkaniny szklanej ≥ 900 N, zdwojonej (przeszywanej z tkaniny szklanej i welonu szklanego) ≥ 900 N;
- wydłużenie przy maksymalnej sile rozciągającej podczas rozciągania wzdłuż lub w poprzek papy na osnowie: poliestrowej ≥ 40%, mieszanej ≥ 2%, z welonu szklanego ≥ 2%, z tkaniny szklanej ≥ 2%, zdwojonej (przeszywanej z tkaniny szklanej i welonu szklanego) ≥ 2%;
- wytrzymałość złącza na ścinanie [N/50 mm]: zerwanie poza złączem, ale nie mniej niż wytrzymałość wyrobu;
- odporność na uderzenie (metoda A i B): przy wysokości spadania 500 mm niedopuszczalne przebicie pokrycia powodujące przesiąkanie;
- wodoszczelność: brak przecieku przy ciśnieniu 0,2 MPa w ciągu 24 godz.;

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

- samoprzylepne membrany (papy) asfaltowe modyfikowane:
  - gramatura osnowy: poliestrowa ≥ 180 g/m^2, mieszana ≥ 160 g/m^2, z welonu szklanego ≥ 60 g/m^2, z welonu + siatki szklanej ≥ 100 g/m^2, z tkaniny szklanej ≥ 200 g/m^2;
  - zawartość składników rozpuszczalnych: ≥ 2500 g/m^2;
  - giętkość przy przeginaniu na wałku o średnicy 30 mm: niedopuszczalne powstanie na zewnętrznej stronie rys i pęknięć w temp. do –20°C;
  - maksymalna siła rozciągająca przy rozciąganiu wzdłuż membrany na osnowie: poliestrowej ≥ 800 N, mieszanej ≥ 600 N, z welonu szklanego ≥ 300 N, z welonu + siatki szklanej ≥ 800 N, z tkaniny szklanej ≥ 900 N;
  - maksymalna siła rozciągająca przy rozciąganiu w poprzek membrany na osnowie: poliestrowej ≥ 600 N, mieszanej ≥ 500 N, z welonu szklanego ≥ 200 N, z welonu + siatki szklanej ≥ 800 N, z tkaniny szklanej ≥ 900 N;
  - wydłużenie przy maksymalnej sile rozciągającej przy rozciąganiu wzdłuż lub w poprzek membrany na osnowie: poliestrowej ≥ 40, mieszanej ≥ 2, z welonu szklanego ≥ 2, z welonu + siatki szklanej ≥ 2, z tkaniny szklanej ≥ 2;
  - wytrzymałość złącza na ścinanie: zerwanie poza złączem lub ≥ 150 N/50 mm;
  - odporność na uderzenie (metoda A i B): przy wysokości spadania 500 mm niedopuszczalne przebicie pokrycia powodujące przesiąkanie;
  - wodoszczelność: brak przecieku przy ciśnieniu 0,2 MPa w ciągu 24 godz.;
- papy asfaltowe klejone lepikiem do podłoża (na osnowie z welonu szklanego):
  - gramatura osnowy: ≥ 60 g/m^2;
  - zawartość składników rozpuszczalnych: ≥ 1200 g/m^2;
  - giętkość przy przeginaniu na wałku o średnicy 80 mm: niedopuszczalne powstanie na zewnętrznej stronie rys i pęknięć w temp. do 0°C;
  - wodoszczelność: brak przecieku przy słupie wody 500 mm w ciągu 100 godz.,
  - maksymalna siła rozciągająca: średnia przy rozciąganiu z dwóch kierunków ≥ 280 N;
  - wydłużenie przy maksymalnej sile rozciągającej: średnia przy rozciąganiu z dwóch kierunków ≥ 2%;
  - wytrzymałość złącza na ścinanie: zerwanie poza złączem lub ≥ 150 N/50 mm;
  - odporność na uderzenie (metoda A i B): przy wysokości spadania 200 mm niedopuszczalne przebicie pokrycia powodujące przesiąkanie.

Zaletą pap termozgrzewalnych i membran samoprzylepnych jest łatwość uzyskania żądanej grubości nakładanej warstwy i możliwość niemal natychmiastowego zasypania wykopu, wadą – problemy techniczne podczas uszczelniania dylatacji i przejść rurowych (konieczne jest docinanie kształtek), dlatego chętnie stosuje się je do uszczelniania płaskich, równych powierzchni (niedopuszczalne są ostre krawędzie i wystające wtrącenia, a także ubytki w podłożu, w niektórych sytuacjach konieczne jest zatem stosowanie warstw wyrównawczych). Newralgiczne mogą być również miejsca łączenia poszczególnych pasów.

Pap klejonych lepikami na gorąco w zasadzie się nie stosuje (zastosowanie lepiku na gorąco jest wykluczone ze względu na wymóg powietrzno-suchego podłoża), możliwe jest ewentualne stosowanie mas asfaltowych/lepików nakładanych na zimno.

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

Papy termozgrzewalne oraz samoprzylepne membrany bitumiczne stosuje się do wykonania pionowych izolacji zewnętrznych oraz poziomych izolacji podposadzkowych (pod warunkiem wykonania warstw dociskowych) przeciwwilgociowych i przeciwwodnych.

3.1.4. ROLOWE MATERIAŁY Z TWORZYW SZTUCZNYCH

Elastyczne wyroby wodochronne z tworzyw sztucznych lub kauczuku (folie, membrany) powinny spełniać wymagania norm:

- PN-EN 13967:2006 [**27**]
- lub PN-EN 14909:2007 [**28**].

Materiały zgodne z normą PN-EN 13967:2006 [**27**] klasyfikowane jako typ A przeznaczone są do wykonywania izolacji przeciwwilgociowej, a klasyfikowane jako typ T – do izolacji przeciwwodnej. Jako typ V klasyfikowane są materiały do wykonywania izolacji przeciwwilgociowej – wyrób wentylacyjny lub drenażowy. Materiały spełniające wymagania normy PN-EN 14909:2007 [**28**] przeznaczone są do wykonywania izolacji przeciwwilgociowej.

Na rynku dostępne są folie z polichlorku winylu (PVC), elastomerów poliolefinowych (FPO), polipropylenu (PP), polietylenu (PE), a także na bazie kauczuku (EPDM). Można stosować jedynie takie folie, które łączy się klejem systemowym, przez wulkanizowanie lub zgrzewanie. Niedopuszczalne jest użycie folii, które można łączyć tylko przez ułożenie na zakład, a także folii (membran) kubełkowych (niezależnie od sposobu mocowania i łączenia).

Według zaleceń ITB [**29**] rolowe materiały z tworzyw sztucznych pełnią swoje funkcje, jeśli zachowują następujące parametry:

- folie PE i PP nie mogą być cieńsze niż 2 mm;
- folie z PVC nie mogą być cieńsze niż 1 mm;
- odchyłka prostoliniowości krawędzi nie powinna być większa niż 75 mm/10 m;
- odporność na uderzenia – brak przebicia przy wysokości spadania min. 200 mm;
- wytrzymałość na rozdzieranie (gwoździem) ≥ 100 N.

Folie mogą być stosowane do wykonywania zewnętrznych izolacji przeciwwilgociowych, przeciwwodnych (poza strefą cokołową) oraz podposadzkowych. Tego typu materiały stwarzają jednak bardzo duże problemy techniczne i wymagają wyjątkowo wysokiego reżimu technologicznego. Problemy pojawiają się także podczas uszczelniania dylatacji i przejść rurowych. Bardzo trudne (jeżeli nie niemożliwe) jest również łączenie folii z innymi rodzajami materiałów wodochronnych. Zaletą folii jest możliwość wykonania izolacji na podłożach słabych lub zanieczyszczonych.

3.1.5. ZASADY DOBORU MATERIAŁÓW DO WYKONYWANIA POWŁOK WODOCHRONNYCH

Materiały na powłoki wodochronne mogą być wybrane dopiero po wykonaniu i przeanalizowaniu prac diagnostycznych oraz po analizie wymaganych właściwości, składników i parametrów projektowanego systemu ochrony przed wilgocią/wodą. Zestawienie kryteriów doboru izolacji wodochronnych podano w **TABELACH 3.7–3.8**. Zalecenia te należy rozpatrywać zarówno w odniesieniu do pojedynczego odcinka izolacji (pionowej, poziomej, cokołowej), jak i układu hydroizolacji.

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

Zakres	Szczegółowe kryterium
Rodzaj elementu i zakres prac hydroizolacyjnych	Rodzaj i konstrukcja obiektu/elementu, sposób posadowienia (posadzka, cokół, ściana jedno- lub wielowarstwowa itp.)
	Wielkość, rodzaj izolowanej powierzchni i jej usytuowanie (pionowa, posadzka)
	Obecność trudnych i krytycznych miejsc (przejścia rurowe, dylatacje, inne utrudniające wykonanie izolacji)
	Ewentualne inne parametry podłoża
Podłoże	Rodzaj podłoża (beton, mur, tynk itp.)
	Parametry podłoża (wytrzymałość na ściskanie, wytrzymałość na rozciąganie, stabilność, wilgotność, nasiąkliwość itp.)
	Występowanie rys i spękań
	Zanieczyszczenia podłoża
	Profil powierzchni i jej stan (równość, gładkość, ubytki itp.)
Obciążenia i czynniki oddziaływujące na powłokę	Obciążenie wilgocią/wodą
	Agresywność wód gruntowych
	Obciążenia mechaniczne oddziaływujące na powłokę (zależne od miejsca wbudowania – np. na posadzce, powstające przy zagęszczaniu gruntu użytego do zasypania wykopów itp.)
Wymagania stawiane powłoce wodochronnej	Przyczepność do podłoża
	Odporność na obciążenie wilgocią/wodą
	Odporność na agresywne wody gruntowe
	Szczelność
	Odporność termiczna/mrozoodporność
	Czas wiązania/twardnienia
	Konieczność wykonania warstwy ochronnej
	Elastyczność/zdolność mostkowania rys
	Ewentualne wymagania higieniczne/wymagania ochrony środowiska
Sposób aplikacji	Sposób przygotowania podłoża/wymagania stawiane podłożu (wilgotność, temperatura, gruntowanie itp.)
	Wymagania aplikacyjne (sposób nakładania, warunki atmosferyczne, grubość powłoki, ilość warstw itp.)
	Kształt podłoża warunkujący wybór materiału i technologii aplikacji
	Kompatybilność z innymi zastosowanymi materiałami hydroizolacyjnymi/ możliwość szczelnego połączenia materiałów
	Inne warunki technologiczno-organizacyjne (np. konieczność szybkiego zasypania wykopów, dostęp do izolowanej powierzchni itp.)
	Ewentualne wymagania higieniczne/wymagania ochrony środowiska
Koszty	Koszt jednostkowy materiału
	Koszt jednostkowy zaizolowania powierzchni (robocizna, materiał, sprzęt)

TABELA 3.7. **Kryteria doboru izolacji wodochronnych** [39]

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

Rodzaj materiału	Izolacja cokołu	Wtórna izolacja pionowa zewnętrzna	Wtórna izolacja pionowa wewnętrzna (wannowa)	Izolacja podposadzkowa
Lepiki asfaltowe	–	–	–	–
Roztwory i emulsje asfaltowe	–	–	–	–
Masy asfaltowe	–	+	–	+
Polimerowo-bitumiczne, grubowarstwowe masy uszczelniające (masy KMB)	–	+	–	+
Elastyczne szlamy (mikrozaprawy) uszczelniające	+	+	+	+
Sztywne szlamy (mikrozaprawy) uszczelniające	–	+/–	–	+/–
Krystaliczne zaprawy uszczelniające	–	–	–	–
Maty bentonitowe	–	–	–	–
Papy termozgrzewalne i membrany samoprzylepne	–	+	–	+
Papy klejone masą asfaltową na zimno	–	+/–	–	+/–
Folie/membrany z tworzyw sztucznych	–	+/–	+/–	+/–

TABELA 3.8. **Zalecane zastosowania materiałów do izolacji wodochronnych**

– nie nadaje się, +/– z ograniczeniami, + nadaje się

3.1.6. WYMAGANIA OGÓLNE STAWIANE USZCZELNIANEMU PODŁOŻU

Istniejące mury nie muszą spełniać aktualnych wymogów związanych z tolerancjami wymiarowymi. W przypadku wtórnych izolacji zewnętrznych spełnienie tych wymagań może być wręcz niemożliwe i nieuzasadnione ze względów ekonomicznych (dokumentacja techniczna może narzucać tolerancje wymiarowe naprawianego podłoża, wówczas muszą one być przez nią podane; przykładowe tolerancje podano w **TABELACH 3.9–3.12**).

W odniesieniu do izolacji typu wannowego uszczelnienie układa się bezpośrednio na elemencie konstrukcyjnym (ścianie, płycie podłogi na gruncie itp.). Spełnienie tolerancji wymiarowych podłoża może być wówczas niewykonalne ze względów technicznych (bezwzględne pierwszeństwo przed uwarunkowaniami estetycznymi mają uwarunkowania techniczne).

W odniesieniu do podłóg na gruncie, ze względu na późniejsze wykonanie warstw posadzek, tam gdzie jest to możliwe i uzasadnione, zaleca się takie przygotowanie podłoża, aby cały element spełniał wymagania tolerancji wymiarów.

Alternatywnie można opierać się na wymaganiach normy DIN 18202:2007 [**33**] oraz wytycznych Merkblatt Toleranzen im Hochbau [**34**]. Dopuszczalne tolerancje wymiarowe podłoży pod powłoki wodochronne według normy DIN 18202:2007 [**33**] oraz wytycznych Merkblatt Toleranzen im Hochbau [**34**] podano w **TABELI 3.12**.

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

Odchylenie/wymiar				Dopuszczalna odchyłka [mm]
Odchylenie	Płaszczyzn i krawędzi ich przecięcia od projektowanego pochylenia	na wysokości 1 m		5
		na całą wysokość konstrukcji	w fundamentach	20
			w ścianach wzniesionych w deskowaniu nieruchomym oraz słupów podtrzymujących stropy monolityczne	15
	Płaszczyzn poziomych od poziomu	na 1 m płaszczyzny w dowolnym kierunku		5
		na całą płaszczyznę		15
Wymiar	Powierzchnie betonu przy sprawdzaniu łatą o długości 2 m, z wyjątkiem powierzchni podporowych	powierzchni bocznych i spodnich		±4
		powierzchni górnych		±8
	Długość i rozpiętość elementów			±20
	Wymiary przekroju poprzecznego			±8
	Rzędna powierzchni stanowiących podparcie dla innych elementów			±3

TABELA 3.9. Dopuszczalne odchyłki wymiarów zewnętrznych oraz powierzchni konstrukcji żelbetowych według wytycznych ITB [30]

Kryterium		Dopuszczalna odchyłka od zaprojektowanych wymiarów [mm]	
		Powierzchnie spoinowane	Inne powierzchnie
Tolerancja	Wymiarów poziomych poszczególnych pomieszczeń	±20	
	Wymiarów poziomych i pionowych całego budynku	±50	
	Wysokości kondygnacji	±20	
Dopuszczalna odchyłka	Zwichrowanie i skrzywienie powierzchni	Maks. 3 mm/m i nie więcej niż 10 mm na całej powierzchni	Maks. 6 mm/m i nie więcej niż 20 mm na całej powierzchni
	Krawędzi od linii prostej	Maks. 2 mm/m i nie więcej niż 1 na dł. 2 m	Maks. 4 mm/m i nie więcej niż 2 na dł. 2 m
	Powierzchni i krawędzi muru od kierunku pionowego	Maks. 3 mm/m i nie więcej niż 6 mm na wysokości kondygnacji oraz 20 mm na wysokości budynku	Maks. 6 mm/m i nie więcej niż 10 mm na wysokości kondygnacji oraz 30 mm na wysokości budynku
	Od kierunku poziomego górnych powierzchni każdej warstwy cegieł	Maks. 1 mm/m i ogółem nie więcej niż 15 mm na całej długości budynku	Maks. 2 mm/m i ogółem nie więcej niż 30 mm na całej długości budynku
	Od kierunku poziomego górnych powierzchni ostatniej warstwy pod stropem	Maks. 1 mm/m i ogółem nie więcej niż 10 mm na całej długości budynku	Maks. 2 mm/m i ogółem nie więcej niż 20 mm na całej długości budynku
	Przecinających się płaszczyzn od kąta przewidzianego w projekcie	Maks. 3 mm	Maks. 6 mm

TABELA 3.10. Dopuszczalne odchyłki wymiarów zewnętrznych oraz powierzchni konstrukcji murowych według wytycznych ITB [31]

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

Kategoria tynku	Odchylenie powierzchni tynku od płaszczyzny i odchylenie krawędzi od linii prostej	Odchylenie powierzchni i krawędzi od kierunku		Odchylenie przecinających się płaszczyzn od kąta podanego w dokumentacji projektowej
		pionowego	poziomego	
II	Maks. 4 mm na długości łaty kontrolnej 2 m	Maks. 10 mm na wysokości kondygnacji, ale nie więcej niż 30 mm na wysokości budynku	Maks. 4 mm/m i nie więcej niż 10 mm na całej powierzchni ograniczonej przegrodami pionowymi	Maks. 1 mm/m
III	Maks. 3 mm i w liczbie nie większej niż 3 na długości łaty kontrolnej 2 m		Maks. 3 mm/m i nie więcej niż 6 mm na całej powierzchni ograniczonej przegrodami pionowymi	Maks. 3 mm/m

TABELA 3.11. **Dopuszczalne odchyłki wymiarów zewnętrznych oraz powierzchni tynków według wytycznych ITB [32]**

Powierzchnia	Dopuszczalna odchyłka [mm] przy rozstawie punktów pomiarowych [m]				
	do 0,1	do 1	do 4	do 10	do 15*)
Górna, niewykończona (niebędąca powierzchnią użytkową) powierzchnia stropów, betonów podkładowych i płyt podłogowych	10	15	20	25	30
Górna, niewykończona (niebędąca powierzchnią użytkową) powierzchnia betonów podkładowych i płyt podłogowych o podwyższonych wymaganiach, będąca podłożem pod jastrych pływający, posadzkę przemysłową, okładzinę z płytek, jastrych zespolony	5	8	12	15	20
Surowe ściany	5	10	15	20	30
Warstwy wykończeniowe ścian, np. tynki, okładziny	3	5	10	20	25
Jak powyżej, jednak przy podwyższonych wymaganiach	2	3	8	15	20

TABELA 3.12. **Dopuszczalne odchyłki wymiarowe powierzchni według normy DIN 18202:2007 [33] oraz wytycznych Merkblatt Toleranzen im Hochbau [34]**

*) Wartości z tej kolumny należy przyjmować także w odniesieniu do odległości większej niż 15 m

Uszczelniane podłoże jest zazwyczaj wilgotne lub wręcz mokre, nie wolno zatem przyjmować wymagań wilgotnościowych jak dla budynków nowych. Materiały hydroizolacyjne stosowane w renowacji tolerują zazwyczaj nawet mokre podłoże, jednak nie może być ono wysycone wodą. W takiej sytuacji konieczne może być zastosowanie wstępnego uszczelnienia, np. ze szlamu lub szpachlówki uszczelniającej.

Szlamy mineralne mogą być nakładane na matowo-wilgotne podłoża, mokre podłoże nie stanowi więc w zasadzie przeszkody. Należy jednak zwrócić uwagę, że zazwyczaj podczas prac w pomieszczeniu (dotyczy to najczęściej wykonywania izolacji typu wannowego lub izolacji

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

posadzki) panuje wysoka wilgotność względna powietrza. Do tego dochodzi mokre podłoże. Czas wiązania szlamu w takich warunkach (o ile nie są to szlamy szybkowiążące) może się zatem wydłużyć. Poza tym producent szlamu może postawić dodatkowe wymagania związane z maksymalną wilgotnością względną powietrza. Dobrym rozwiązaniem może być wówczas wykonanie wstępnego uszczelnienia podłoża (1 warstwy) ze szlamu sztywnego lub szybkowiążącego.

Wysokojakościowe masy KMB tolerują mokre podłoże (nawet do kilkunastu procent), nie może ono jednak być całkowicie wysycone wodą. Masy jednoskładnikowe wiążą przez wysychanie (odparowanie wody), a w masach dwuskładnikowych zachodzi reakcja chemiczna. Z tego powodu czas wiązania i tolerancja materiału na wilgotne podłoże różnią w zależności od materiału. Trzeba to uwzględnić podczas doboru powłoki hydroizolacyjnej.

Newralgicznym miejscem jest obszar styku ławy fundamentowej ze ścianą – należy liczyć się ze znacznie podwyższoną wilgotnością tego fragmentu. W tym obszarze (na ścianie fundamentowej jest to pas o szerokości przynajmniej 25 cm) należy po odpowiednim przygotowaniu podłoża wykonać wstępne uszczelnienie szlamem mineralnym (bezwzględnie zalecane w dwóch przejściach) lub szpachlówką uszczelniającą. Otrzymuje się w ten sposób stabilne i nośne podłoże pod fasetę oraz właściwe powłoki uszczelniające.

W odniesieniu do samoprzylepnych membran bitumicznych i pap termozgrzewalnych wiążące są zalecenia producenta.

Przeznaczone do uszczelnienia podłoże nie może być zamarznięte, nawet jeżeli stosuje się tzw. materiały zimowe.

Na uszczelnianej powierzchni nie może tworzyć się wilgoć kondensacyjna (jest to istotne zwłaszcza podczas prac wewnątrz), dlatego temperatura podłoża musi być wyższa przynajmniej o 3°C od punktu rosy.

Głębokość wykopu odsłaniającego ściany piwnic zależy od warunków gruntowych, stanu konstrukcji i możliwości technicznych. Jeżeli konieczna jest tylko miejscowa naprawa uszkodzeń, wykop powinien być wykonany do poziomu ok. 0,5 m poniżej uszkodzonego miejsca. Po odkopaniu/odsłonięciu przeznaczonego do uszczelnienia elementu należy go starannie oczyścić i ocenić stan powierzchni. Konieczne jest usunięcie luźnych i niezwiązanych bądź skorodowanych fragmentów muru, wydrapanie słabych i zasolonych spoin, skucie starych tynków, usunięcie powłok izolacyjnych oraz innych materiałów mających wpływ na przyczepność następnych warstw. Bezwzględnie należy usunąć stare smołowe powłoki uszczelniające. Ewentualnie można pozostawić fragmenty innych starych, skutecznie działających warstw uszczelniających, o ile są one stabilne i mocno związane z podłożem oraz kompatybilne z nowymi materiałami uszczelniającymi (tylko w uzasadnionych przypadkach, o ile dokumentacja projektowa to przewiduje).

W razie wysokiego zasolenia muru dokumentacja może przewidywać wykonanie na ścianie blokady przeciwsolnej po oczyszczeniu powierzchni muru i skuciu zniszczonych warstw. W zależności od rodzaju tej blokady oraz użytej zaprawy naprawczej, niezbędne może być wykonanie dodatkowego mostka sczepnego bezpośrednio na warstwie blokady.

Wszelkie ubytki, kawerny, puste spoiny należy naprawić/uzupełnić systemową zaprawą naprawczą, dopasowaną do rodzaju podłoża. Jeżeli hydroizolacja ma być wykonana z mas KMB lub samoprzylepnych membran bitumicznych, a ubytki nie przekraczają głębokości 5 mm,

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

można je naprawiać systemowymi materiałami bitumicznymi (masą KMB), w innych przypadkach (do napraw głębszych ubytków oraz w razie innych powłok hydroizolacyjnych) należy stosować tylko materiały mineralne. Sprawdzają się tu systemowe szpachlówki uszczelniające (pozwalają na miejscowe uzupełnienie ubytków o gr. 4–5 cm) lub zaprawy PCC (dla podłoży betonowych). Jeżeli występują większe nierówności, konieczne może być zastosowanie tynku wyrównującego.

Podczas wykonywania powłok uszczelniających trzeba zwrócić uwagę na ostre krawędzie i fragmenty elementu wystające z podłoża. Należy sfazować zewnętrzne krawędzie, skuć wystające fragmenty, a w wewnętrznych narożnikach wykonać fasetę z systemowej zaprawy naprawczo-uszczelniającej (np. ze szpachlówki uszczelniającej lub zaprawy PCC – promień wyoblenia: ok. 4 cm) lub z dwuskładnikowej bitumicznej masy uszczelniającej (maks. gr. warstwy w narożu wynosi 2 cm, o ile nie stosuje się papy termozgrzewalnej lub szlamu).

Styk ściany i posadzki należy zawsze odsłonić, a w miejscu ułożenia fasety wykuć bruzdę o wymiarach ok. 4×4 cm, którą wypełnia się systemową zaprawą uszczelniającą (szpachlówką uszczelniającą, zaprawą PCC). Jeśli stosuje się na powierzchniach poziomych (płycie podłogi na gruncie) materiały bitumiczne, konieczne jest wykonanie konstrukcyjnej warstwy ochronnej zapobiegającej oderwaniu materiału uszczelniającego od podłoża (materiały bitumiczne w przeciwieństwie do mineralnych szlamów nie mogą samodzielnie pracować na ciśnienie negatywne – wymagają zawsze odpowiedniej konstrukcyjnej warstwy dociskowej).

Izolacja typu wannowego wymusza uzyskanie nośnego podłoża, co pozwala na zapewnienie jak największej przyczepności materiału izolacyjnego. Dlatego okładziny, jastrychy, wymalowania i inne powłoki oraz tynki powinny zostać usunięte. To samo dotyczy zniszczonych spoin. Sposób usunięcia starych powłok zależy od konkretnego przypadku, nie wolno jednakże stosować metod chemicznych. Podobnie należy usunąć wszelkie materiały mające właściwości pęczniejące w kontakcie z wodą (np. na bazie gipsu czy z drewna).

Ubytki, puste spoiny i większe miejscowe nierówności należy uszczelnić systemową zaprawą naprawczą (np. szpachlówką uszczelniającą). W razie dużych powierzchniowych nierówności konieczne może być także zastosowanie specjalnych zapraw wyrównujących. Warto rozważyć w takiej sytuacji zastosowanie warstwy sczepnej.

W razie występowania punktowych lub liniowych przecieków należy je najpierw zatamować. Można to zrobić za pomocą specjalnych szybkowiążących zapraw tamponażowych, twardniejących w ciągu kilku sekund od kontaktu z wodą. Zasadniczo tego typu zaprawy stosuje się na dwa sposoby. Pierwszy polega na zarobieniu zaprawy wodą, uformowaniu z niej klina o odpowiedniej wielkości i zatkaniu nim miejsca przecieku. Drugą metodą jest wcieranie suchej zaprawy w miejsce przecieku do momentu jego zatamowania. Aby zapewnić lepsze zakotwienie zaprawy uszczelniającej, przeciekającą rysę należy wcześniej rozkuć do uzyskania kształtu tzw. jaskółczego ogona. Zamiast uszczelnienia można również zastosować iniekcje.

Izolacja wewnętrzna wymaga ponadto wykonania uszczelnienia na stykach ścian zewnętrznych z wewnętrznymi (w miejscu ułożenia fasety należy wykuć bruzdę o wymiarach ok. 4×4 cm, którą należy wypełnić systemową zaprawą uszczelniającą (szpachlówką uszczelniającą, zaprawą PCC). Warto dodatkowo zastosować taśmę uszczelniająca wklejaną całopowierzchniowo w szlam elastyczny. Specjalnego uszczelnienia wymagają także dylatacje, przejścia instalacyjne itp.

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

3.2. IZOLACJA Z MAS ASFALTOWYCH I MAS KMB

Grubość warstwy powłoki wodochronnej z masy asfaltowej zależy od obciążenia wilgocią/wodą. Za minimalną grubość izolacji przeciwwilgociowej należy przyjąć 3 mm. Zaleca się nakładanie mas asfaltowych w dwóch zabiegach. W odniesieniu do izolacji przeciwwodnej (o ile producent masy takie zastosowanie przewiduje) za minimalną grubość należy przyjąć 4 mm.

W **TABELI 3.13.** zestawiono grubość i układ warstw hydroizolacji wykonanej z mas KMB według wytycznych WTA Merkblatt 4-6-05 [6].

Obciążenie	Wykonanie izolacji	Minimalna grubość powłoki po wyschnięciu [mm]
Wilgoć gruntowa/niezalegająca woda opadowa	2 warstwy*)	3
Obciążenie wodą płynącą swobodnie po powierzchni (bez wywierania ciśnienia hydrostatycznego)	2 warstwy**)	3
Woda zalegająca oraz woda pod ciśnieniem	2 warstwy**)	4

TABELA 3.13. **Grubość i układ warstw hydroizolacji wykonanej z mas KMB według wytycznych WTA Merkblatt 4-6-05 [6]**

*) Wkładka zbrojąca w narożach wewnętrznych i zewnętrznych
**) Wkładka zbrojąca na całej powierzchni

Miarodajna jest grubość warstwy po wyschnięciu – grubość warstwy świeżo nałożonej będzie zawsze większa. Te dwie wielkości (grubość powłoki po wyschnięciu oraz grubość świeżej powłoki) są ściśle ze sobą związane. Mówi o tym parametr zwany zawartością części stałych:

» wymagane zużycie z karty technicznej – 5 dm^3/m^2, zawartość części stałych – 80%, => gr. powłoki po nałożeniu – 5 mm => objętość powłoki po wyschnięciu – 5 $dm^3/m^2 \times 80\% = 4$ dm^3/m^2 => gr. warstwy po wyschnięciu – 4 mm;

» wymagane zużycie z karty technicznej – 5 kg/m^2, zawartość części stałych – 80%, gęstość gotowej do nałożenia masy – 1,15 kg/dm^3 => gr. powłoki po nałożeniu – 4,35 mm => gr. warstwy po wyschnięciu – 4,35 mm×80% = 3,48 mm.

3.2.1. WYMAGANIA STAWIANE PODŁOŻU

Wymogi dotyczące podłoża pod izolację z mas asfaltowych i mas KMB są następujące:

» izolacja może być wykonana na podłożach, takich jak mur z elementów drobnowymiarowych (ceglany z cegły ceramicznej, piaskowo-wapiennej, z betonu komórkowego, z pustaków lub bloczków betonowych/żużlobetonowych itp.), mur kamienny i mieszany, beton/żelbet, tynk tradycyjny cementowy oraz spełniających wymagania podane w dokumentacji projektowej. Zazwyczaj zachowana jest kompatybilność z podłożami bitumicznymi typu roztwory, emulsje, masy asfaltowe (o ile ich wytrzymałość i przyczepność jest wystarczająca) oraz papy/membrany (w przypadku materiałów rolowych konieczne może być stosowanie dodatkowych zabiegów

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

przygotowawczych – szczegóły podaje producent systemu hydroizolacyjnego). Miękkie powłoki (np. z kationowych emulsji bitumicznych lub bitumiczno-lateksowych mas uszczelniających) mogą być niekompatybilne z masami KMB. Mur nie musi być otynkowany, lecz wyspoinowany. Uszczelnianie nieswyspoinowanego muru jest możliwe, jeżeli nierówności jego powierzchni nie wykluczają technicznie nałożenia materiału (np. ze względu na krawędzie kamieni/cegieł) i umożliwiają uzyskanie minimalnej grubości powłoki;

» podłoże musi spełniać wymogi podane w rozdziale „Wymagania ogólne stawiane uszczelnianemu podłożu" (☞ 3.1.6);

» podłoże musi być czyste, stabilne, nośne, szorstkie (z otwartymi porami), bez zarysowań i spękań. Niedopuszczalne są tłuste plamy, zabrudzenia, wykwity, stare powłoki, wymalowania i inne substancje mogące powodować pogorszenie przyczepności;

» wysokiej jakości masy KMB z reguły tolerują wysoką wilgotność podłoża, przy czym należy przestrzegać zaleceń producenta. W razie podłoży mocno zawilgoconych lub mokrych niezbędne może być wykonanie wstępnego uszczelnienia z mineralnych (zazwyczaj sztywnych i/lub szybkowiążących) szlamów uszczelniających;

» wykonywanie uszczelnienia przy podwyższonej wilgotności podłoża i w wysokiej temperaturze może prowadzić do powstawania pęcherzy osmotycznych pod powłoką wodochronną;

» niedopuszczalne są ostre krawędzie, raki, ubytki i duże nierówności. Jeżeli w wypukłych narożach nie stosuje się wkładki wtopionej w powłokę, ani nie wkleja się taśmy uszczelniającej, naroża te należy wyoblić (promień wyoblenia: przynajmniej 3 cm) lub sfazować pod kątem 45° w odległości przynajmniej 5 cm od krawędzi;

» temp. podłoża w momencie wykonywania prac powinna wynosić od +5°C do +30°C (o ile producent nie zaleca inaczej).

3.2.2. PRZYGOTOWANIE PODŁOŻA

Wymagania dotyczące przygotowania podłoża pod izolację z mas asfaltowych mas KMB są następujące:

» usunąć stare powłoki i warstwy wykończeniowe (np. tynki, stare izolacje itp.); bezwzględnie usunąć stare izolacje smołowe;

» podłoże oczyścić za pomocą metod mechanicznych lub ręcznych, adekwatnych do rodzaju podłoża oraz stwierdzonych zanieczyszczeń, np. przez szlifowanie, frezowanie, skuwanie, piaskowanie, hydropiaskowanie, zmywanie wodą z dodatkiem detergentów itp.;

» wystające fragmenty skuć/sfrezować;

» ubytki, raki, krawędzie, brzegi dylatacji (jeżeli występują) w podłożu betonowym naprawić zaprawami naprawczymi, adekwatnymi do rodzaju uszkodzeń (np. zaprawami PCC, szpachlówkami uszczelniającymi);

» w podłożu murowym/kamiennym uzupełnić spoinowanie z zastosowaniem zapraw kompatybilnych przede wszystkim pod względem składu, parametrów wytrzymałościowych i modułu Younga (np. zaprawami naprawczo-renowacyjnymi, szpachlówkami uszczelniającymi);

» wystające fragmenty cegieł/zaprawy/kamieni skuć/sfrezować;

» ubytki naprawić zaprawami naprawczymi, adekwatnymi do rodzaju uszkodzeń (np. zaprawami cementowymi). W przypadku stosowania tradycyjnej zaprawy zaleca się dodanie do wody

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

zarobowej modyfikatora polimerowego. W niektórych sytuacjach korzystne może być wykonanie warstwy/obrzutki sczepnej;

» na murach kamiennych lub mieszanych może zaistnieć konieczność wykonania tynku wyrównawczego zbrojonego siatką lub stosowania materiałów nakładanych natryskowo;

» rysy, bruzdy i wyłomy naprawić metodą dobraną do rodzaju podłoża (betonu, muru), przyczyn powstania i szerokości rozwarcia (np. przez iniekcję, rozkucie i zasklepienie, przeszpachlowanie);

» dalsze prace prowadzić po stwardnieniu i związaniu zapraw naprawczych. Za czas sezonowania tradycyjnych zapraw (w warunkach normalnych) należy przyjmować 1 mm na dobę (lecz nie mniej niż kilka dni), w wypadku suchych zapraw zarabianych na budowie wodą, zwłaszcza szybkowiążących, należy stosować się do wytycznych producenta (w odniesieniu do zapraw typu PCC jest to zwykle kilka dni);

» podłoże zagruntować preparatem zalecanym przez producenta hydroizolacji (zwykle jest to roztwór asfaltowy do gruntowania);

» alternatywą dla stosowania cementowych zapraw naprawczych jest wykonanie (po zagruntowaniu podłoża) tzw. szpachlowania drapanego z masy KMB stosowanej do hydroizolacji. Metoda ta może być wykorzystywana, gdy właściwą izolacją jest masa KMB oraz gdy głębokość ubytków nie przekracza 5 mm;

» czas przerwy technologicznej, niezbędnej do wyschnięcia szpachlowania drapanego, podawany jest przez producenta masy KMB;

» podłoża bitumiczne (jeżeli występują) przygotować zgodnie z zaleceniami producenta masy KMB. Zazwyczaj wymagane jest gruntowanie specjalnym gruntownikiem bitumicznym. Stabilność tak zagruntowanej powierzchni można dodatkowo poprawić przez posypanie świeżej powłoki gruntującej, zwłaszcza rozpuszczalnikowej, suszonym piaskiem kwarcowym o uziarnieniu np. 0,2–1,0 mm (o ile producent przewiduje takie rozwiązanie);

» w odniesieniu do gruntowników bezrozpuszczalnikowych dalsze prace zazwyczaj można prowadzić natychmiast po wyschnięciu preparatu (czas podawany jest przez producenta);

» zdolność penetracji gruntowników rozpuszczalnikowych w istniejące podłoże bitumiczne jest z reguły większa niż preparatów bezrozpuszczalnikowych, jednak wymagają one dłuższej przerwy technologicznej, niezbędnej do odparowania rozpuszczalnika;

» w szczególnych przypadkach zaleca się wykonanie próby przyczepności masy hydroizolacyjnej do istniejącego podłoża bitumicznego.

3.2.3. KONTROLA STANU PODŁOŻA PRZED ROZPOCZĘCIEM PRAC

Przed wykonaniem izolacji z mas asfaltowych i mas KMB należy wykonać następujące czynności kontrolne stanu podłoża:

» parametry wytrzymałościowe, jeżeli to niezbędne, badać za pomocą odpowiednich aparatów, np. młotka Schmidta, zrywarki „pull-off";

» wilgotność podłoża sprawdzać za pomocą wilgotnościomierzy. Metody bezpośrednie (niszczące, wagowo-suszarkowe), a także aparaty CM (metoda karbidowa) stosować w uzasadnionych przypadkach. Wilgotnościomierze do badań metodami pośrednimi powinny być kalibrowane do rodzaju podłoża. Należy zwrócić uwagę na zasolenie podłoża, obecność soli wpływa bowiem na błędy odczytu;

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

» temperaturę powietrza i podłoża badać za pomocą odpowiednich termometrów (dotyczy zwłaszcza pomiaru temperatury podłoża w okresach wiosennym i jesiennym). Zaleca się, aby pomiar temperatury powierzchni podłoża był dokonywany termometrem przeznaczonym do pomiaru temperatury powierzchniowej. Pomiar powinien być wykonywany przy ustabilizowanej temperaturze, tzn. wtedy, gdy zmiana temperatury z upływem czasu jest niższa niż 1°C/5 min;
» czystość podłoża sprawdzać przez oględziny, próbę przetarcia, ścierania czy skrobania. Obecność środków antyadhezyjnych, zanieczyszczeń tłuszczowych itp. można wykryć np. przez próbę zwilżenia wodą oraz oględziny. Ocena wizualna polega na oględzinach podłoża w świetle rozproszonym, z odległości 1–1,5 m. Przykładowe metody sprawdzania stanu podłoża według wytycznych ITB [32] podano w **TABELI 3.14**;
» tolerancje wymiarowe podłoża, jeżeli są wymagane, sprawdzać np. przez przyłożenie łaty lub rozciągnięcie żyłki;
» poprawność wykonania dylatacji (jeżeli występują), faset, wyobleń – prostoliniowość sprawdzać za pomocą cienkiego drutu lub sznura naciągniętego wzdłuż krawędzi szczeliny. Rozmieszczenie dylatacji – przez porównanie z dokumentacją, a szerokość – przez pomiar suwmiarką. Poprawność wykonania wyobleń i faset można sprawdzać przez przyłożenie szablonu;
» poprawność napraw podłoża kontrolować przede wszystkim przez oględziny oraz opukiwanie naprawionych miejsc drewnianym młotkiem. Głuchy odgłos świadczy o odspajaniu się warstwy naprawczej od podłoża.

Cecha	Sposób sprawdzenia	Wynik	Sposób postępowania
Wilgotność*)	Wygląd	Ciemny kolor	W zależności od wymagań odczekać aż podłoże wyschnie lub zwilżyć
	Próba dotyku	Odczucie wilgoci	
	Próba zwilżania	Powolne wchłanianie wilgoci lub jej brak	
Równość podłoża	Za pomocą łaty	Nierówności	Wyrównać, jeżeli nierówności są większe od dopuszczalnych
Przywierające ciała obce, kurz, zabrudzenia	Wygląd	Różnica w kolorze, zgrubienia	Oczyścić za pomocą kielni, szczotki, zmycia itp.
	Próba ścierania	Kurzenie się	
Luźne i zwietrzałe części	Próba drapania	Odłupywanie się części podłoża	Dokładnie usunąć zanieczyszczenia za pomocą szpachelki, szczotki stalowej, wody pod ciśnieniem itp.
	Próba dotyku/ścierania	Piaszczenie się	
Resztki tłustych zanieczyszczeń	Próba zwilżania	Woda nie wsiąka (tworzą się krople)	Oczyścić za pomocą pary wodnej z dodatkiem środków, zmyć czystą wodą, piaskować itp.
	Światło ultrafioletowe	Fluoroscencyjne świecenie	
Złuszczenia i powierzchnie odspojenia betonu	Próba drapania	Odrywanie się, łuszczenie	Szczotkować szczotką stalową, piaskować, szlifować

TABELA 3.14. **Przykładowe sposoby sprawdzania stanu podłoża według wytycznych ITB [32]**

*) Metody te mogą być stosowane jedynie do wstępnego oszacowania wilgotności

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

3.2.4. PRZYGOTOWANIE MATERIAŁU

Wymogi dotyczące przygotowania materiału do izolacji z mas asfaltowych i mas KMB są następujące:

» masy jednoskładnikowe starannie przemieszać przed nakładaniem, o ile producent nie zaleca inaczej;

» składniki A i B dwuskładnikowych mas KMB dostarczane są przez producenta w odpowiednich do mieszania proporcjach. Zabroniona jest zmiana tych proporcji;

» składniki A i B mieszać mieszarką wolnoobrotową z mieszadłem koszyczkowym (o ile producent nie zaleca inaczej) przez 3–5 min do uzyskania jednorodnej masy o konsystencji pozwalającej na nakładanie pacą. Niedopuszczalne jest pozostawienie w masie grudek, zbryleń, smug czy innych wizualnych objawów niedostatecznego wymieszania;

» należy przygotowywać tyle materiału, ile można zużyć w ciągu tzw. czasu obrabialności podanego w karcie technicznej lub na etykiecie.

3.2.5. APLIKACJA MATERIAŁU

Wykonywanie powłoki wiąże się z następującymi wymaganiami:

» temperatura aplikacji powinna wynosić od +5°C do +30°C (o ile producent nie zaleca inaczej);

» masę KMB stanowiącą szpachlowanie drapane nakładać na zagruntowane podłoża za pomocą kielni i pacy z użyciem nacisku, tak aby wypełnić pory i ubytki (drapiąc pacą po podłożu);

» jeśli w narożach wewnętrznych nie wykonano wyoblania (fasety) z systemowych zapraw cementowych, przed nałożeniem właściwej powłoki wykonać fasetę o promieniu nieprzekraczającym 2 cm i poczekać, aż wyschnie. Faseta może być wykonywana na etapie nakładania powłoki, o ile wykonawca dysponuje specjalną, wyobloną kielnią;

» masę asfaltową lub masę KMB stanowiącą właściwą powłokę uszczelniającą nakładać za pomocą kielni i pacy lub natryskowo;

» jeśli materiał nakładany jest natryskowo, informacje o rodzaju osprzętu, długościach i średnicach węży, typie dyszy itp. podawane są przez producenta masy;

» liczba, grubość warstw oraz sposób nakładania (metodą „mokre na mokre" lub po związaniu pierwszej warstwy) muszą być zgodne z wymaganiami podanymi w **TABELI 3.13** i wymaganiami producenta. Szpachlowania drapanego (o ile jest wykonywane) nie wlicza się do grubości powłoki wodochronnej;

» jeżeli warstwę zbrojącą (wzmacniającą) stanowi siatka, powinna ona być wtopiona między warstwy nakładane w 1. i 2. przejściu. Oczka siatki nie mogą być widoczne po nałożeniu 2. warstwy;

» jeśli następują przerwy w nakładaniu, grubość warstwy powłoki w danym miejscu należy zredukować do zera. Podczas ponownego rozpoczęcia robót w miejscu przerwania powłoki warstwy trzeba łączyć na zakład. Nie wolno wykonywać przerw w narożach budynków;

» należy pracować w czystym obuwiu, w sposób niepowodujący uszkodzeń 1. warstwy;

» dylatacje, przejścia rurowe oraz inne trudne i krytyczne miejsca należy uszczelniać w sposób przewidziany przez producenta systemu i zapisany w dokumentacji technicznej;

» przy obciążeniu wodą przejścia rurowe uszczelniać z zastosowaniem kołnierzy uszczelniających;

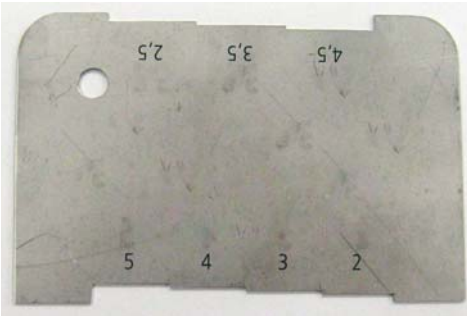
Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

» przy obciążeniu wilgocią na styku rura–ściana wykonać fasetę z masy KMB (promień maks. 2 cm), a po jej wyschnięciu – nałożyć masę KMB na rurę i ścianę. Można także stosować specjalne manszety przyklejanie do rury i zatapiane w masie KMB. Podstawowym warunkiem jest stabilne obsadzenie rury i przygotowanie jej powierzchni zapewniające przyczepność masy KMB (np. odtłuszczenie, uszorstnienie);
» dylatacje uszczelnia się za pomocą systemowych taśm przyklejanych do podłoża bezpośrednio z zastosowaniem masy KMB albo za pomocą szlamu. Środek taśmy należy wywinąć w kształt litery Ω. Przy obciążeniu wodą konieczne może być zastosowanie specjalnych profili dylatacyjnych;
» do chwili wyschnięcia powłokę hydroizolacyjną chronić przed zbyt silnym wpływem ciepła (intensywnym nasłonecznieniem), deszczem, mrozem, wodą gruntową lub pod ciśnieniem. Do tego celu można używać typowych środków jak siatki, folie, maty itp. W niesprzyjających warunkach można stosować np. nadmuch ciepłego powietrza i namioty ochronne, jednak nagrzewnice nie mogą być skierowane bezpośrednio na warstwę hydroizolacji, wykluczone jest też stosowanie promienników podczerwieni oraz otwartego ognia.

3.2.6. KONTROLA PODCZAS WYKONYWANIA POWŁOKI WODOCHRONNEJ

Podczas wykonywania powłoki należy:
» skontrolować, czy materiały odpowiadają wymaganiom dokumentacji projektowej;
» sprawdzić datę przydatności materiałów do zastosowania oraz stan opakowań (w uzasadnionych przypadkach sprawdzić sposób przechowywania i/lub przewożenia materiałów);
» wizualnie kontrolować wygląd zewnętrzny materiałów;
» przez oględziny sprawdzić poprawność zagruntowania podłoża. Powłoka gruntująca powinna mieć jednolity wygląd i całkowicie pokrywać podłoże. Niedopuszczalne są prześwity podłoża, łuszczenie się i odspajanie powłoki;
» przez oględziny sprawdzić poprawność wykonania szpachlowania drapanego (jeżeli jest przewidziane). Powłoka powinna mieć jednolity wygląd. Niedopuszczalne jest łuszczenie się i odspajanie powłoki;
» warunki cieplno-wilgotnościowe kontrolować za pomocą odpowiednich termometrów i higrometrów;
» podczas zarabiania mas dwuskładnikowych sprawdzać ilość mieszanych składników i czas zużycia;
» kontrolować grubość nakładanej warstwy. Kontrola polega na bieżącym sprawdzaniu zużycia materiału na konkretnej powierzchni oraz na pomiarze specjalnymi blaszkami pomiarowymi (**FOT. 3.1**). Miejsca pomiaru natychmiast przegładzić pacą;
» podczas wykonywania powłoki z wkładką zbrojącą szczególnie istotne jest sprawdzanie grubości warstwy nakładanej w 2. przejściu;
» norma DIN 18195:2000 [**19**] wymaga sprawdzenia grubości niezwiązanej powłoki przynajmniej w 20 miejscach na obiekt/wydzieloną powierzchnię lub 100 m^2 izolowanej powierzchni (jeżeli jest ona większa niż 100 m^2). W miejscach takich jak dylatacje, przejścia rurowe itp. liczbę punktów pomiarowych należy zwiększyć;
» kontrolować długość przerw technologicznych;
» badania przeprowadzać w odniesieniu do każdej nakładanej warstwy;

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613



FOT. 3.1. **Przyrząd do kontroli grubości świeżo nałożonej warstwy masy KMB;** *fot.: Weber Deitermann*

» sprawdzić poprawność wtopienia wkładki zbrojącej (wizualnie – jeżeli jest niezbędna). Niedopuszczalne są widoczne oczka siatki;

» kontrolować poprawność uszczelnienia tzw. trudnych i krytycznych miejsc, np. dylatacji, krawędzi, styków (przez oględziny i porównanie z zaleceniami producenta i wymogami dokumentacji technicznej);

» norma DIN 18195:2000 [**19**] wymaga dokumentowania technologii i pomiarów w specjalnym formularzu. Przykład takiego formularza pokazano w **TABELI 3.15**.

Informacje ogólne	
Nr formularza kontroli	.....
Data	.....
Obiekt	.....
Adres	.....
Wykonawca	.....
Warunki cieplno-wilgotnościowe/pogoda	
Temperatura powietrza	.....
Temperatura podłoża	.....
Wilgotność względna powietrza	.....
Pogoda *(słonecznie/pochmurno, opady/itp.)*	.....
Uszczelniany element	
Ściany fundamentowe/ściany piwnic/posadzka na gruncie/.....	.....
Rodzaj gruntu	
Przepuszczalny (*informacje szczegółowe*)	.....
Mało przepuszczalny	.....
Nawodniony	.....
.....	.....
Obciążenie wilgocią/wodą	
Obciążenie wilgocią (*tak/nie/uwagi*)	.....
Obciążenie niezalegającą wodą opadową (*tak/nie/uwagi*)	.....
Obciążenie zalegającą wodą opadową (*tak/nie/uwagi*)	.....
Obciążenie wodą(*tak/nie/uwagi*)	.....
Drenaż (*tak/nie/uwagi*)	.....

TABELA 3.15. **Przykładowy formularz kontroli wykonywania powłok wodochronnych z mas KMB według wytycznych „Richtlinie für die Planung und Ausführung von Abdichtung…" [21]** »»

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

Podłoże	
Mur (*gładki/chropowaty/otwartoporowy/wilgotność itp.*)	.....
Beton (*gładki/chropowaty/otwartoporowy/wilgotność itp.*)	.....
.....	.....

Przygotowanie podłoża	
Czyszczenie/zmywanie (*sposób czyszczenia*)	.....
Naprawa ubytków (*rodzaj materiału, grubość warstwy itp.*)	.....
Sfazowanie krawędzi	.....
Wygładzenie/szpachlowanie (*rodzaj materiału, grubość warstwy itp.*)	.....
Szpachlowanie drapane	.....
Wstępne uszczelnienie podłoża (*rodzaj materiału, grubość warstwy itp.*)	.....
.....	.....

Gruntowanie podłoża	
Data wykonania	.....
Materiał	.....
Zużycie jednostkowe	.....
Uwagi	.....

Faseta	
Data wykonania	.....
Rodzaj materiału (*masa KMB/zaprawa cementowa/klasa/promień itp.*)	.....
Uwagi	.....

Masa KMB	
Materiał	.....
Grubość 1. warstwy (*projektowana (przed wyschnięciem)/projektowana (po wyschnięciu)*)	....
Zużycie materiału na 1. warstwę (*jednostkowe na m²/liczba opakowań*)	.....
Data wykonania 1. warstwy	.....
Grubość 2. warstwy (*projektowana (przed wyschnięciem)/projektowana (po wyschnięciu)*)	....
Zużycie materiału na 2. warstwę (*jednostkowe na m²/liczba opakowań*)	.....
Data wykonania 2. warstwy	.....
Wkładka zbrojąca (*tak (rodzaj/gramatura/miejsce wbudowania, narożniki, całopowierzchniowo itp.)/nie*)	....

Badania grubości świeżej warstwy masy KMB		
Grubość w punkcie 1	*1. warstwa*	*2. warstwa*
Grubość w punkcie 2	.....	.....
Grubość w punkcie	.....	.....

» TABELA 3.15. **Przykładowy formularz kontroli wykonywania powłok wodochronnych z mas KMB według wytycznych „Richtlinie für die Planung und Ausführung von Abdichtung…” [21]** »

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

Badania grubości masy KMB po związaniu na próbkach referencyjnych			
Data wykonania	*Próbka nr 1*	*Próbka nr 2*	*Próbka nr .....*
Przechowywane w	.....	.....	.....
Masa wyschnięta (*tak/nie/uwagi*)	.....	.....	.....
Grubość powłoki	.....	.....	.....
Warstwy ochronno-termoizolacyjne			
Rodzaj materiału		.....	
Grubość materiału		.....	
Data wykonania		.....	
Sposób mocowania (*klejenie (rodzaj materiału, data, punktowe, całopowierzchniowe)/układane na sucho*)		....	
Płyty drenujące (*tak (rodzaj materiału itp.)/nie*)		.....	
Inne istotne uwagi			
.....			

» TABELA 3.15. **Przykładowy formularz kontroli wykonywania powłok wodochronnych z mas KMB według wytycznych „Richtlinie für die Planung und Ausführung von Abdichtung…" [21]**

3.2.7. KONTROLA PO WYKONANIU ROBÓT

Po wykonaniu robót należy skontrolować:

» wygląd powłoki wodochronnej – niedopuszczalne są spękania, pofałdowania i pęcherze, powłoka powinna mieć jednakowy kolor;

» zespolenie hydroizolacji z podłożem – przez delikatne opukiwanie drewnianym młotkiem w trzech dowolnie wybranych miejscach na każde 10–20 m^2 zaizolowanej powierzchni. Niedopuszczalny jest głuchy odgłos świadczący o odspojeniu się izolacji od podłoża;

» grubość wyschniętej powłoki – pomiary można wykonać jedynie metodami niszczącymi, dlatego ich stosowanie musi być uzasadnione. Możliwe (i zalecane) jest wykonanie badań niszczących na powierzchni referencyjnej. Taka powierzchnia musi być wykonana i przygotowana z takiego samego materiału jak powierzchnia uszczelniana, sposób nakładania masy KMB musi być również identyczny. Tak przygotowaną próbkę należy przechowywać na budowie, np. w wykopie, tak aby warunki wysychania były identyczne.

3.2.8. UŁOŻENIE WARSTW OCHRONNYCH

Po całkowitym związaniu hydroizolacji (wymagany okres schnięcia podawany jest zawsze przez producenta materiału) należy wykonać warstwy ochronne/rozdzielające/dociskowe zgodnie z wymaganiami opisanymi w rozdziale „Warstwy rozdzielające i ochronne" (☞ 3.6).

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

3.3. IZOLACJA Z MIKROZAPRAW (SZLAMÓW) USZCZELNIAJĄCYCH

Grubość warstwy powłoki wodochronnej ze szlamu według instrukcji WTA Merkblatt 4-6-05 [6] zależy od obciążenia wilgocią/wodą. Szczegóły podano w **TABELI 3.16**.

Miarodajna jest grubość warstwy po związaniu i wyschnięciu.

Szlam należy nakładać min. w 2 przejściach, nie przekraczając gr. 1 mm w odniesieniu do każdego zabiegu roboczego.

Obciążenie	Wykonanie izolacji	Minimalna grubość powłoki [mm]
Wilgoć gruntowa/niezalegająca woda opadowa	2 warstwy	2
Obciążenie wodą płynącą swobodnie po powierzchni (bez wywierania ciśnienia hydrostatycznego)	2 warstwy	3
Woda zalegająca oraz woda pod ciśnieniem	2 warstwy	3

TABELA 3.16. **Grubość i układ warstw hydroizolacji wykonanej ze szlamu według instrukcji WTA Merkblatt 4-6-05 [6]**

3.3.1. WYMAGANIA STAWIANE PODŁOŻU

Wymogi dotyczące podłoża pod izolację z mikrozapraw (szlamów) uszczelniających są następujące:

» izolacja może być wykonana na podłożach, takich jak mur z elementów drobnowymiarowych (ceglany – z cegły ceramicznej, piaskowo-wapiennej, z betonu komórkowego, z pustaków lub bloczków betonowych/żużlobetonowych itp.), mur kamienny i mieszany, beton/żelbet, tynk tradycyjny cementowy oraz spełniających wymagania podane w dokumentacji projektowej. Mur nie musi być otynkowany, lecz wyspoinowany. Uszczelnianie nieswyspoinowanego muru jest możliwe wówczas, jeżeli nierówności jego powierzchni nie wykluczają nałożenia materiału (np. ze względu na krawędzie kamieni/cegieł) i umożliwiają uzyskanie minimalnej grubości powłoki;

» podłoże musi spełniać wymogi opisane w rozdziale „Wymagania ogólne stawiane uszczelnianemu podłożu" (☞ 3.1.6);

» podłoże musi być czyste, stabilne, nośne, szorstkie (z otwartymi porami), bez zarysowań i spękań. Niedopuszczalne są tłuste plamy, zabrudzenia, wykwity, stare powłoki, wymalowania i inne substancje mogące powodować pogorszenie przyczepności;

» podczas wykonywania izolacji ze szlamów uszczelniających zasadniczo podłoże musi być matowo-wilgotne;

» niedopuszczalne są ostre krawędzie, raki, ubytki i duże nierówności. Jeżeli w wypukłych narożach nie stosuje się wkładki wtopionej w powłokę lub nie wkleja się taśmy uszczelniającej, naroża te należy wyoblić (promień wyoblenia: przynajmniej 3 cm) lub sfazować pod kątem 45° w odległości przynajmniej 5 cm od krawędzi;

» temp. podłoża w momencie wykonywania prac powinna wynosić od +5°C do +30°C (o ile producent nie zaleca inaczej).

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

3.3.2. PRZYGOTOWANIE PODŁOŻA

Wymagania dotyczące przygotowania podłoża pod izolację z mikrozapraw (szlamów) uszczelniających są następujące:

» usunąć stare powłoki i warstwy wykończeniowe (np. tynki, izolacje smołowe itp.);

» podłoże oczyścić za pomocą metod mechanicznych lub ręcznych, adekwatnych do rodzaju podłoża oraz stwierdzonych zanieczyszczeń, np. przez szlifowanie, frezowanie, skuwanie, piaskowanie, hydropiaskowanie, zmywanie wodą z dodatkiem detergentów;

» wystające fragmenty skuć/sfrezować;

» ubytki, raki, krawędzie, brzegi dylatacji (jeżeli występują) w podłożu betonowym naprawić zaprawami naprawczymi, adekwatnymi do rodzaju uszkodzeń (np. zaprawami PCC, szpachlówkami uszczelniającymi);

» w podłożu murowym/kamiennym uzupełnić spoinowanie z zastosowaniem zapraw kompatybilnych przede wszystkim pod względem składu, parametrów wytrzymałościowych i modułu Younga (np. zaprawami naprawczo-renowacyjnymi, szpachlówkami uszczelniającymi);

» wystające fragmenty cegieł/zaprawy/kamieni skuć/sfrezować;

» ubytki naprawić zaprawami naprawczymi, adekwatnymi do rodzaju uszkodzeń (np. zaprawami cementowymi). W przypadku stosowania tradycyjnej zaprawy zaleca się dodanie do wody zarobowej modyfikatora polimerowego. W niektórych sytuacjach korzystne może być wykonanie warstwy/obrzutki sczepnej;

» na murach kamiennych lub mieszanych może zaistnieć konieczność wykonania tynku wyrównawczego zbrojonego siatką lub stosowania materiałów nakładanych natryskowo;

» rysy, bruzdy i wyłomy naprawić metodą adekwatną do rodzaju podłoża (betonu, muru), przyczyn powstania i szerokości rozwarcia (np. przez iniekcję, rozkucie i zasklepienie, przeszpachlowanie);

» dalsze prace prowadzić po stwardnieniu i związaniu zapraw naprawczych. Za czas sezonowania zapraw tradycyjnych (w warunkach normalnych) należy przyjmować 1 mm na dobę (lecz nie mniej niż kilka dni), odnośnie suchych zapraw zarabianych na budowie wodą, zwłaszcza szybkowiążących, należy stosować się do wytyczne producenta (w odniesieniu do zapraw typu PCC jest to zwykle kilka dni);

» przed aplikacją szlamów podłoże wysycić czystą wodą do stanu matowo-wilgotnego (powierzchnia podłoża musi mieć ciemny, jednolity kolor, woda rozlana na powierzchni musi wchłonąć w krótkim czasie, na powierzchni nie może powstawać tzw. film wodny, czyli cienka warstewka niewchłoniętej wody);

» jeżeli wymagane jest gruntowanie, podłoże zagruntować preparatem zalecanym przez producenta hydroizolacji.

3.3.3. KONTROLA STANU PODŁOŻA PRZED ROZPOCZĘCIEM PRAC

Przed wykonaniem izolacji z mikrozapraw (szlamów) uszczelniających należy wykonać następujące czynności kontrolne stanu podłoża:

» parametry wytrzymałościowe, jeżeli to niezbędne, badać za pomocą odpowiednich aparatów, np. młotka Schmidta, zrywarki „pull-off";

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

» wilgotność podłoża sprawdzać za pomocą wilgotnościomierzy. Metody bezpośrednie (niszczące, wagowo-suszarkowe), a także aparaty CM (metoda karbidowa) stosować w uzasadnionych przypadkach. Wilgotnościomierze do badań metodami pośrednimi powinny być kalibrowane do rodzaju podłoża. Należy zwrócić uwagę na zasolenie podłoża, obecność soli wpływa bowiem na błędy odczytu;

» temperaturę powietrza i podłoża badać za pomocą odpowiednich termometrów (dotyczy zwłaszcza pomiaru temperatury podłoża w okresach wiosennym i jesiennym). Zaleca się, aby pomiar temperatury powierzchni podłoża był dokonywany termometrem przeznaczonym do pomiaru temperatury powierzchniowej. Pomiar powinien być wykonywany przy ustabilizowanej temperaturze, tzn. wtedy, gdy zmiana temperatury z upływem czasu jest niższa niż 1°C/5 min;

» czystość podłoża należy sprawdzać przez oględziny, próbę przetarcia, ścierania czy skrobania. Obecność środków antyadhezyjnych, zanieczyszczeń tłuszczowych itp. można wykryć np. przez próbę zwilżenia wodą oraz oględziny. Ocena wizualna polega na oględzinach podłoża w świetle rozproszonym, z odległości 1–1,5 m. Przykładowe metody sprawdzania stanu podłoża według wytycznych ITB [**32**] podano w **TABELI 3.14**;

» tolerancje wymiarowe podłoża, jeżeli są wymagane, należy sprawdzać np. przez przyłożenie łaty lub rozciągnięcie żyłki. Wyniki należy porównać z wymaganiami podanymi w rozdziale „Wymagania ogólne stawiane uszczelnianemu podłożu" (☞ 3.1.6);

» poprawność wykonania dylatacji (jeżeli występują), faset, wyobleń – prostoliniowość sprawdzać za pomocą cienkiego drutu lub sznura naciągniętego wzdłuż krawędzi szczeliny. Rozmieszczenie dylatacji – przez porównanie z dokumentacją, a szerokość – przez pomiar suwmiarką. Poprawność wykonania wyobleń i faset można sprawdzać przez przyłożenie szablonu;

» poprawność napraw podłoża należy sprawdzić przede wszystkim przez oględziny oraz opukiwanie naprawionych miejsc drewnianym młotkiem. Głuchy odgłos świadczy o odspajaniu się warstwy naprawczej od podłoża.

3.3.4. PRZYGOTOWANIE MATERIAŁU

Wymogi dotyczące przygotowania materiału do izolacji z mikrozapraw (szlamów) uszczelniających są następujące:

» składniki A i B dwuskładnikowych szlamów uszczelniających dostarczane są przez producenta w odpowiednich do mieszania proporcjach. Zabroniona jest zmiana tych proporcji;

» składniki A i B mieszać mieszarką wolnoobrotową z mieszadłem koszyczkowym (o ile producent nie zaleca inaczej) przez 3–5 min, do uzyskania jednorodnej masy o konsystencji pozwalającej na nakładanie pacą, pędzlem lub szczotką. Niedopuszczalne jest pozostawienie w masie grudek, zbryleń, smug czy innych wizualnych objawów niedostatecznego wymieszania. Po wstępnym wymieszaniu materiału konieczna jest 2–3 minutowa przerwa i ponowne przemieszanie materiału. Tak przygotowana masa jest gotowa do aplikacji;

» szlamy jednoskładnikowe wymagają zarobienia czystą wodą (spełniającą wymagania normy PN-EN 1008:2004 [**35**] lub wodą z wodociągów). Dalszy sposób przygotowania materiału jest identyczny jak w przypadku szlamów dwuskładnikowych;

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

» należy przygotowywać tyle materiału, ile można zużyć w ciągu tzw. czasu obrabialności podanego w karcie technicznej lub na etykiecie.

3.3.5. APLIKACJA MATERIAŁU

Wykonywanie powłoki wiąże się z następującymi wymaganiami:
» temperatura aplikacji powinna wynosić od +5°C do +30°C (o ile producent nie zaleca inaczej);
» zwilżyć podłoże do stanu matowo-wilgotnego. Zaleca się to zrobić kilka godzin przed planowaną aplikacją materiału. Bezpośrednio przed aplikacją należy sprawdzić wygląd powierzchni i ewentualnie powtórzyć zwilżenie lub usunąć nadmiar wody, np. przez przedmuchanie sprężonym powietrzem;
» jeżeli wymagane jest zagruntowanie podłoża, należy to zrobić odpowiednio wcześniej, tak aby preparat gruntujący wysechł;
» liczba warstw i grubość końcowa związanej powłoki muszą być zgodne z wymaganiami podanymi w **TABELI 3.16**;
» pierwszą warstwę szlamu nakładanego ręcznie wcierać w podłoże twardą szczotką lub pędzlem. W jednym przejściu należy nakładać warstwę o grubości nieprzekraczającej 1 mm;
» po wyschnięciu 1. warstwy nakładać 2. w sposób zalecany przez producenta (szczotką, pacą, pędzlem) oraz dopasowany do rodzaju podłoża. Czas przerwy wynika z zaleceń producenta i warunków cieplno-wilgotnościowych;
» należy pracować w czystym obuwiu, w sposób niepowodujący uszkodzeń 1. warstwy;
» jeżeli nakładana jest 3. warstwa, sposób aplikacji jest identyczny jak 2. warstwy;
» jeżeli szlam nakładany jest natryskowo, należy stosować osprzęt zgodny ze specyfikacją podaną przez producenta (rodzaj/typ agregatów, dysz, średnice i długości węży itp.);
» wkładkę (siatkę, włókninę) zbrojącą stosować zgodnie z zaleceniami producenta materiału. Siatka jest zazwyczaj wtapiana między 1. i 2. warstwę szlamu, włóknina może być także wtapiana w powierzchnię ostatniej nakładanej warstwy szlamu;
» jeżeli warstwą zbrojącą (wzmacniającą) jest siatka, powinna ona być wtopiona między warstwy nakładane w 1. i 2. przejściu. Oczka siatki nie mogą być widoczne po nałożeniu 2. warstwy;
» jeżeli następują przerwy w nakładaniu, miejsca łączenia poszczególnych warstw powinny być przesunięte przynajmniej o 15 cm. Nie wolno wykonywać przerw w narożach budynków;
» dylatacje, przejścia rurowe oraz inne trudne i krytyczne miejsca uszczelniać w sposób przewidziany przez producenta systemu i zapisany w dokumentacji technicznej;
» przy obciążeniu wodą przejścia rurowe uszczelniać z zastosowaniem kołnierzy uszczelniających;
» przy obciążeniu wilgocią dla izolacji zewnętrznej do wykonania właściwego uszczelnienia przejścia rurowego wykorzystuje się masę KMB. Po wyschnięciu powłoki wodochronnej ze szlamu w obszarze przyległym do przejścia rurowego należy wykonać fasetę na styku rura–ściana ($R_{maks.}$ = 2 cm) z masy KMB, a po wyschnięciu fasety nałożyć masę KMB na rurę i szlam. Można także stosować specjalne manszety przyklejanie do rury i zatapiane w szlamie elastycznym. Warunkiem jest tu stabilne obsadzenie rury i przygotowanie jej powierzchni

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

zapewniające przyczepność masy KMB lub szlamu (np. odtłuszczenie, uszorstnienie, zagruntowanie itp.);

» w przypadku izolacji typu wannowego przy rurze wykonuje się wnękę. Po uszczelnieniu ściany i wnęki reprofiluje się zaprawą PCC lub szpachlówką uszczelniającą. Styk rury z zaprawą naprawczą uszczelnia się dodatkowo masą silikonową lub poliuretanową;

» dylatacje przy obciążeniu wilgocią uszczelnia się taśmą systemową przyklejaną do podłoża bezpośrednio z zastosowaniem szlamu elastycznego. Środek taśmy należy wywinąć w kształt litery Ω. Przy obciążeniu wodą konieczne może być stosowanie specjalnych profili dylatacyjnych;

» do chwili wyschnięcia powłokę hydroizolacyjną chronić przed zbyt silnym wpływem ciepła (intensywnym nasłonecznieniem), przesuszeniem (silnym wiatrem), deszczem, mrozem, wodą gruntową lub pod ciśnieniem. Do tego celu można używać typowych środków jak siatki, folie, maty itp. W niesprzyjających warunkach można stosować np. nadmuch ciepłego powietrza i namioty ochronne, jednak nagrzewnice nie mogą być skierowane bezpośrednio na warstwę hydroizolacji, wykluczone jest też stosowanie promienników podczerwieni oraz otwartego ognia.

3.3.6. KONTROLA PODCZAS WYKONYWANIA POWŁOKI WODOCHRONNEJ

W trakcie wykonywania powłoki należy:

» skontrolować, czy materiały odpowiadają wymaganiom dokumentacji projektowej;

» sprawdzić datę przydatności materiałów do zastosowania oraz stan opakowań (w uzasadnionych przypadkach sprawdzić sposób przechowywania i/lub przewożenia materiałów);

» wizualnie kontrolować wygląd zewnętrzny materiałów;

» przez oględziny sprawdzić poprawność zwilżenia (ewentualnie zagruntowania podłoża, jeżeli jest wymagane);

» warunki cieplno-wilgotnościowe kontrolować za pomocą odpowiednich termometrów i higrometrów;

» sprawdzać ilość mieszanych składników i czas zużycia;

» kontrolować grubość nakładanej warstwy. Kontrola polega na bieżącym sprawdzaniu zużycia materiału na konkretnej powierzchni;

» kontrolować długość przerw technologicznych;

» przeprowadzać badania w odniesieniu do każdej nakładanej warstwy;

» sprawdzić poprawność wtopienia wkładki zbrojącej (wizualnie). Niedopuszczalne są widoczne oczka siatki;

» sprawdzić poprawność uszczelnienia tzw. trudnych i krytycznych miejsc, np. dylatacji, krawędzi, styków (przez oględziny i porównanie z zaleceniami producenta i wymogami dokumentacji technicznej);

» zaleca się dokumentowanie technologii i pomiarów w specjalnym formularzu. Przykład takiego formularza pokazano w **TABELI 3.17**.

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

Informacje ogólne	
Nr formularza kontroli	.....
Data	.....
Obiekt	.....
Adres	.....
Wykonawca	.....
Warunki cieplno-wilgotnościowe/pogoda	
Temperatura powietrza	.....
Temperatura podłoża	.....
Wilgotność względna powietrza	.....
Pogoda (*słonecznie/pochmurno/opady itp.*)	.....
Uszczelniany element	
Ściany fundamentowe/ściany piwnic/posadzka na gruncie/cokół/.....	.....
Rodzaj gruntu	
Przepuszczalny (*informacje szczegółowe*)	.....
Mało przepuszczalny (*informacje szczegółowe*)	.....
Nawodniony (*informacje szczegółowe*)	.....
.....	.....
Obciążenie wilgocią/wodą	
Obciążenie wilgocią (*tak/nie/uwagi*)	.....
Obciążenie niezalegającą wodą opadową (*tak/nie/uwagi*)	.....
Obciążenie zalegającą wodą opadową (*tak/nie/uwagi*)	.....
Obciążenie wodą (*tak/nie/uwagi*)	.....
Drenaż (*tak/nie/uwagi*)	.....
Podłoże	
Mur (*gładki/chropowaty/otwartoporowy/wilgotność itp.*)	.....
Beton (*gładki/chropowaty/otwartoporowy/wilgotność itp.*)	.....
.....	.....
Przygotowanie podłoża	
Czyszczenie/zmywanie (*sposób czyszczenia*)	.....
Naprawa ubytków (*rodzaj materiału, grubość warstwy itp.*)	.....
Sfazowanie krawędzi	.....
Wygładzenie/szpachlowanie (*rodzaj materiału, grubość warstwy itp.*)	.....
.....	.....
Wysycenie do stanu matowo-wilgotnego/gruntowanie (*data wykonania/dla gruntowania podać rodzaj materiału i jego zużycie*)	....
Uwagi	.....

TABELA 3.17. **Przykładowy formularz kontroli wykonywania powłok wodochronnych ze szlamów (przez analogię do wytycznych „Richtlinie für die Planung und Ausführung von Abdichtung…” [21])** »»

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

Faseta	
Data wykonania	.....
Rodzaj materiału (*zaprawa PCC/zaprawa cementowa/klasa/promień itp.*)	.....
Uwagi	.....
Szlam	
Materiał (*sztywny/elastyczny*)	.....
Grubość 1. warstwy	.....
Zużycie materiału na 1. warstwę (*jednostkowe na m²/liczba opakowań*)	.....
Data wykonania 1. warstwy	.....
Grubość 2. warstwy	.....
Zużycie materiału na 2. warstwę (*jednostkowe na m²/liczba opakowań*)	.....
Data wykonania 2. warstwy	.....
Grubość 3. warstwy	.....
Zużycie materiału na 3. warstwę (*jednostkowe na m²/liczba opakowań*)	.....
Data wykonania 3. warstwy	.....
Wkładka zbrojąca (*tak (rodzaj/gramatura/miejsce wbudowania, narożniki, całopowierzchniowo itp.)/nie*)	....

Badania grubości szlamu po związaniu na próbkach referencyjnych i przyczepności do podłoża			
Data wykonania	*Próbka nr 1*	*Próbka nr 2*	*Próbka nr .....*
Przechowywane w	.....	.....	.....
Grubość warstwy	.....	.....	.....
Przyczepność	(*jeżeli badanie jest wykonywane*)	....	....

Warstwy ochronno-termoizolacyjne	
Rodzaj materiału	.....
Grubość materiału	.....
Data wykonania	.....
Sposób mocowania (*klejenie (rodzaj materiału, data, punktowe, całopowierzchniowe)/układane na sucho*)	....
Płyty drenujące (*tak (rodzaj materiału itp.)/nie*)	.....
Inne istotne uwagi	.....
.....	.....

» TABELA 3.17. **Przykładowy formularz kontroli wykonywania powłok wodochronnych ze szlamów (przez analogię do wytycznych „Richtlinie für die Planung und Ausführung von Abdichtung…” [21])**

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

3.3.7. KONTROLA PO WYKONANIU ROBÓT

Po wykonaniu robót należy skontrolować:

» wygląd powłoki wodochronnej – niedopuszczalne są spękania, pofałdowania i pęcherze, powłoka ze szlamu powinna mieć jednakowy kolor;

» zespolenie hydroizolacji z podłożem – przez delikatne opukiwanie drewnianym młotkiem w 3 dowolnie wybranych miejscach na każde 10–20 m^2 zaizolowanej powierzchni. Niedopuszczalny jest głuchy odgłos świadczący o odspojeniu się izolacji od podłoża;

» grubość wyschniętej powłoki – pomiary można wykonać jedynie metodami niszczącymi, dlatego ich stosowanie musi być uzasadnione. Możliwe (i zalecane) jest wykonanie badań niszczących na powierzchni referencyjnej. Taka powierzchnia musi być wykonana i przygotowana z takiego samego materiału jak powierzchnia uszczelniana, sposób nakładania szlamu musi być również identyczny. Tak przygotowaną próbkę należy przechowywać na budowie, np. w wykopie, tak aby warunki wysychania były identyczne.

3.3.8. UŁOŻENIE WARSTW OCHRONNYCH

Po całkowitym związaniu hydroizolacji (wymagany czas schnięcia podany jest zawsze przez producenta materiału) należy wykonać warstwę ochronną/rozdzielającą/dociskową zgodnie z wymaganiami opisanymi w rozdziale „Warstwy rozdzielające i ochronne” (☞ 3.6).

3.4. IZOLACJA Z ROLOWYCH MATERIAŁÓW BITUMICZNYCH

Norma DIN 18195:2000 [**19**] w odniesieniu do izolacji przeciwwilgociowych wymaga wykonania minimum jednej warstwy powłoki wodochronnej z papy termozgrzewalnej, membrany samoprzylepnej lub papy klejonej masą asfaltową do podłoża. Dla izolacji przeciwwodnej wymagane jest:

» wykonanie min. trzywarstwowej powłoki wodochronnej z papy klejonej do podłoża (ostatnia warstwa papy musi zostać pokryta masą asfaltową). Jeżeli stosuj się izolacje z pap klejonych do podłoża, wymagane jest wykonanie ścianki (warstwy) dociskowej. Ilość masy asfaltowej bez wypełniaczy lub z wypełniaczami stosowanej do przyklejenia pasa papy nie może być mniejsza niż odpowiednio 1,5 kg/m^2 lub 2,5 kg/m^2;

» wykonanie min. dwuwarstwowej powłoki wodochronnej z papy termozgrzewalnej na osnowie z siatki lub poliestru.

3.4.1. WYMAGANIA STAWIANE PODŁOŻU

Wymogi dotyczące podłoża pod izolację z rolowych materiałów bitumicznych są następujące:

» izolacja może być wykonana na wyrównanych podłożach, takich jak mur z elementów drobnowymiarowych (ceglany – z cegły ceramicznej, piaskowo-wapiennej, z betonu komórkowego, z pustaków lub bloczków betonowych/żużlobetonowych itp.), mur kamienny i mieszany, beton/żelbet, tynk tradycyjny cementowy oraz spełniających wymagania podane w dokumentacji projektowej;

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

» podłoże musi spełniać wymogi podane w rozdziale „Wymagania ogólne stawiane uszczelnianemu podłożu” (☞ 3.1.6);
» podłoże musi być czyste, stabilne, nośne, szorstkie (z otwartymi porami), bez zarysowań i spękań. Niedopuszczalne są tłuste plamy, zabrudzenia, wykwity, stare powłoki, wymalowania i inne substancje mogące powodować pogorszenie przyczepności;
» rolowe materiały bitumiczne z reguły tolerują podwyższoną wilgotność podłoża, należy tu przestrzegać zaleceń producenta;
» wykonywanie uszczelnienia przy podwyższonej wilgotności podłoża i w wysokiej temperaturze może prowadzić do powstawania pęcherzy osmotycznych pod powłoką wodochronną;
» podłoże musi być równe, niedopuszczalne są ostre krawędzie, raki, ubytki i nierówności. Naroża wypukłe należy wyoblić (promień wyoblenia: przynajmniej 3 cm) lub sfazować pod kątem 45° w odległości przynajmniej 5 cm od krawędzi;
» temp. podłoża w momencie wykonywania prac powinna wynosić od 0°C do +30°C w odniesieniu do pap modyfikowanych SBS-em (podłoże nie może być jednak zamarznięte), odnośnie innych rodzajów pap za minimalną temp. przyjmuje się +5°C.

3.4.2. PRZYGOTOWANIE PODŁOŻA

Wymagania dotyczące przygotowania podłoża pod izolację z rolowych materiałów bitumicznych są następujące:
» usunąć stare powłoki i warstwy wykończeniowe (np. tynki, izolacje smołowe itp.);
» podłoże oczyścić za pomocą metod mechanicznych lub ręcznych, adekwatnych do rodzaju podłoża oraz stwierdzonych zanieczyszczeń, np. przez szlifowanie, frezowanie, skuwanie, piaskowanie, hydropiaskowanie, zmywanie wodą z dodatkiem detergentów itp.;
» wystające fragmenty skuć/sfrezować;
» ubytki, raki, krawędzie, brzegi dylatacji (jeżeli występują) w podłożu betonowym naprawić zaprawami naprawczymi, adekwatnymi do rodzaju uszkodzeń (np. zaprawami PCC, szpachlówkami uszczelniającymi);
» w podłożu murowym/kamiennym uzupełnić spoinowanie z zastosowaniem zapraw kompatybilnych przede wszystkim pod względem składu, parametrów wytrzymałościowych i modułu Younga (np. zaprawami naprawczo-renowacyjnymi, szpachlówkami uszczelniającymi);
» wystające fragmenty cegieł/zaprawy/kamieni skuć/sfrezować;
» ubytki naprawić zaprawami naprawczymi, adekwatnymi do rodzaju uszkodzeń (np. zaprawami cementowymi). W przypadku stosowania tradycyjnej zaprawy zaleca się dodanie do wody zarobowej modyfikatora polimerowego. W niektórych sytuacjach korzystne może być wykonanie warstwy/obrzutki sczepnej;
» na murach z elementów drobnowymiarowych (ceglanych, kamiennych lub mieszanych) może zaistnieć konieczność wykonania tynku wyrównawczego zbrojonego siatką;
» rysy, bruzdy i wyłomy naprawić metodą odpowiednią do rodzaju podłoża (betonu, muru), przyczyn powstania i szerokości rozwarcia (np. przez iniekcję, rozkucie i zasklepienie, przeszpachlowanie);
» dalsze prace prowadzić po stwardnieniu i związaniu zapraw naprawczych. Za czas sezonowania w odniesieniu do tradycyjnych zapraw (w warunkach normalnych) należy przyjmować

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

1 mm na dobę (lecz nie mniej niż kilka dni), odnośnie suchych zapraw zarabianych na budowie wodą, zwłaszcza szybkowiążących, należy stosować się do wytycznych producenta (w odniesieniu do zapraw typu PCC jest to zwykle kilka dni);

» podłoże zagruntować preparatem zalecanym przez producenta hydroizolacji (zwykle jest to roztwór asfaltowy do gruntowania).

3.4.3. KONTROLA STANU PODŁOŻA PRZED ROZPOCZĘCIEM PRAC

Przed wykonaniem izolacji z rolowych materiałów bitumicznych należy wykonać następujące czynności kontrolne stanu podłoża:

» parametry wytrzymałościowe, jeżeli to niezbędne, badać za pomocą odpowiednich aparatów, np. młotka Schmidta, zrywarki „pull-off";

» wilgotność podłoża sprawdzać za pomocą wilgotnościomierzy. Metody bezpośrednie (niszczące, wagowo-suszarkowe), a także aparaty CM (metoda karbidowa) stosować w uzasadnionych przypadkach. Wilgotnościomierze do badań metodami pośrednimi powinny być kalibrowane do rodzaju podłoża;

» temperaturę powietrza i podłoża badać za pomocą odpowiednich termometrów (dotyczy zwłaszcza pomiaru temperatury podłoża w okresach wiosennym i jesiennym). Zaleca się, aby pomiar temperatury powierzchni podłoża był dokonywany termometrem przeznaczonym do pomiaru temperatury powierzchniowej. Pomiar powinien być wykonywany przy ustabilizowanej temperaturze, tzn. wtedy, gdy zmiana temperatury z upływem czasu jest niższa niż 1°C/5 min;

» czystość podłoża sprawdzić przez oględziny, próbę przetarcia, ścierania czy skrobania. Obecność środków antyadhezyjnych, zanieczyszczeń tłuszczowych itp. można wykryć np. przez próbę zwilżenia wodą oraz oględziny. Ocena wizualna polega na oględzinach podłoża w świetle rozproszonym, z odległości 1–1,5 m. Przykładowe metody sprawdzania stanu podłoża według wytycznych ITB [**32**] podano w **TABELI 3.14**;

» równość podłoża sprawdzać np. przez przyłożenie łaty lub rozciągnięcie żyłki. Wyniki porównać z wymaganiami podanymi w rozdziale „Materiały do wykonywania izolacji powłokowych" (☞ 3.1);

» tolerancje wymiarowe podłoża, jeżeli są wymagane, sprawdzać np. przez przyłożenie łaty lub rozciągnięcie żyłki. Wyniki porównać z wymaganiami podanymi w rozdziale „Wymagania ogólne stawiane uszczelnianemu podłożu" (☞ 3.1.6);

» poprawność wykonania dylatacji (jeżeli występują), faset, wyobleń – prostoliniowość sprawdzać za pomocą cienkiego drutu lub sznura naciągniętego wzdłuż krawędzi szczeliny. Rozmieszczenie dylatacji – przez porównanie z dokumentacją, a szerokość – przez pomiar suwmiarką. Poprawność wykonania wyobleń i faset można sprawdzać przez przyłożenie szablonu;

» poprawność napraw podłoża kontrolować przede wszystkim przez oględziny oraz opukiwanie naprawionych miejsc drewnianym młotkiem. Głuchy odgłos świadczy o odspajaniu się warstwy naprawczej od podłoża.

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

3.4.4. PRZYGOTOWANIE MATERIAŁU

Wymogi dotyczące przygotowania materiału do izolacji z rolowych materiałów bitumicznych są następujące:

» papę rozwinąć, ułożyć na twardej powierzchni, a po jej rozprostowaniu się dociąć do żądanych wymiarów i ponownie zrolować. Dociąć kształtki do uszczelnienia naroży i krawędzi;

» membranę samoprzylepną rozwinąć i ułożyć na płaskiej, twardej powierzchni. Po rozprostowaniu się materiału dociąć go do uzyskania żądanego kształtu i ponownie zrolować. Dociąć kształtki do uszczelnienia naroży i krawędzi;

» materiał ciąć ostrym narzędziem (np. nożem) tak, aby nie uszkodzić krawędzi.

3.4.5. APLIKACJA MATERIAŁU

Wykonywanie powłoki wiąże się z następującymi wymaganiami:

» temperatura aplikacja powinna wynosić od 0°C do +30°C w odniesieniu do pap modyfikowanych SBS-em oraz min. +5°C w odniesieniu do innych rodzajów pap (o ile producent nie zaleca inaczej);

» prace należy tak zaplanować, aby rozpoczynać je od najniższego punku konstrukcji – arkusze papy/membrany układa się w taki sposób, aby woda spływała z arkusza położonego wyżej na arkusz położony niżej (zgodnie z zasadami układania dachówek);

» pasy papy/membrany łączyć na zakłady podłużne o szer. 8–15 cm wykonywane zgodnie z kierunkiem spływu wody. Zakład poprzeczny nie powinien być mniejszy niż 8–10 cm ([**1**], [**36**]);

» przy dwóch warstwach przesunięcie zakładów wynosi połowę szerokości pasa, przy trzech – 1/3;

» dylatacje, przejścia rurowe oraz inne trudne i krytyczne miejsca uszczelniać w sposób przewidziany przez producenta systemu i zapisany w dokumentacji technicznej;

» przy obciążeniu wodą przejścia rurowe uszczelniać z zastosowaniem kołnierzy uszczelniających.

3.4.5.1. PAPY TERMOZGRZEWALNE

Szczegółowe wymogi dotyczące aplikacji pap termozgrzewalnych są następujące:

» papę termozgrzewalną zgrzewać z podłożem za pomocą palnika, przy czym płomień powinien podgrzewać zarówno podłoże, jak i papę na całej szerokości rolki. Masa na spodniej powierzchni papy powinna się roztopić, należy wówczas przesunąć palnik, a rolkę papy docisnąć do podłoża (papa powinna topić się w rozpuszczonym asfalcie), a jednocześnie wyciskać jego nadmiar na boki. Aby połączenie było poprawne, zaleca się docisnąć zakłady np. wałkiem silikonowym;

» zwracać uwagę, aby roztopiła się cała masa asfaltowa znajdująca się pod osnową. Przed rolką powinna tworzyć się warstwa płynnego asfaltu o szer. 8–10 cm;

» płynny asfalt powinien wypływać poza boki rolki na szer. 2–6 cm;

» końcówkę arkusza nadtopić od spodu małym palnikiem i przykleić do podłoża;

» szczególnej staranności wymagają przerwy w wykonywaniu powłoki [**37**];

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

» nie wolno zostawiać nieprzyklejonej końcówki pasa papy, aby później pod nią wkleić kolejny arkusz. Należy wówczas wykonać tzw. styk odwrotny: arkusz trzeba aż do samego końca przykleić do podłoża. Przy wznawianiu robót pas styku (o szer. ok. 20 cm) starannie oczyścić. Jeżeli zanieczyszczenia są znaczne, należy nadtopić palnikiem masę asfaltową na zanieczyszczonej powierzchni i metalową szpachelką usunąć zanieczyszczenia wraz z nadtopioną masą. Na tak przygotowaną powierzchnię przykleić nowy arkusz;
» nie wolno dopuścić do zniszczenia (spalenia) papy. Płomień powinien być przesuwany, tak aby jego działanie było krótkotrwałe.

3.4.5.2. MEMBRANY SAMOPRZYLEPNE

Szczegółowe wymogi dotyczące aplikacji membran samoprzylepnych są następujące:
» z początku pasa membrany samoprzylepnej ostrożnie oderwać papier ochronny (zalecane jest jego zrolowanie) i starannie przykleić odsłonięty pas membrany do podłoża, tak aby nie powstały pęcherze (dociskać szmatami, szczotkami, wałkami itp. narzędziami, od osi pasa membrany ku krawędziom). Zakłady starannie docisnąć np. wałkiem silikonowym;
» na koniec całą powierzchnię jeszcze raz docisnąć do podłoża;
» dalsze/kolejne części/warstwy pasa membrany przyklejać w analogiczny sposób.

3.4.5.3. PAPY KLEJONE MASĄ ASFALTOWĄ

Szczegółowe wymogi dotyczące aplikacji pap klejonych masą asfaltową są następujące:
» na powierzchniach poziomych (lub lekko pochylonych) na przygotowaną powierzchnię nałożyć za pomocą szczotki masę asfaltową, po czym całopowierzchniowo wkleić pas papy. Alternatywnie można wylać na podłoże odpowiednią ilość bitumu i wtopić w nią pas papy;
» natychmiast po przyklejeniu dociskać pasy za pomocą szczotek, wałków itp. od osi pasa membrany ku krawędziom, tak aby uzyskać całopowierzchniowe sklejenie. Zakłady starannie docisnąć np. wałkiem silikonowym;
» na powierzchniach pionowych lepik nakładać zarówno na podłoże, jak i spodnią część pasa papy;
» zużycie masy asfaltowej powinno odpowiadać wartościom podanym w rozdziale „Izolacja z rolowych materiałów bitumicznych" (☞ 3.4);
» należy pokrywać tylko taką powierzchnię, która umożliwia zespolenie się materiałów. Należy przestrzegać zaleceń producenta;
» kolejne warstwy papy przyklejać w analogiczny sposób;
» do chwili wyschnięcia warstwy lepiku pokrywającego ostatnią warstwę papy, powłokę hydroizolacyjną chronić przed zbyt silnym wpływem ciepła (intensywnym nasłonecznieniem), przesuszeniem (silnym wiatrem), deszczem, mrozem, wodą. Do tego celu można używać typowych środków jak siatki, folie, maty itp. W niesprzyjających warunkach można stosować np. nadmuch ciepłego powietrza i namioty ochronne, jednak nagrzewnice nie mogą być skierowane bezpośrednio na warstwę hydroizolacji, wykluczone jest też stosowanie promienników podczerwieni oraz otwartego ognia.

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

3.4.6. KONTROLA PODCZAS WYKONYWANIA POWŁOKI WODOCHRONNEJ

W trakcie wykonywania powłoki należy:

» kontrolować, czy materiały odpowiadają wymaganiom dokumentacji projektowej;

» wizualnie sprawdzić wygląd zewnętrzny materiałów (równość cięcia, stan krawędzi);

» przez oględziny sprawdzić poprawność zagruntowania podłoża;

» warunki cieplno-wilgotnościowe kontrolować za pomocą odpowiednich termometrów i higrometrów;

» kontrolować długość przerw technologicznych;

» dokładność sklejenia i szerokość zakładów, a także grubość i liczbę warstw kontrolować przez oględziny i pomiary. Uwaga: brak wypływu masy bitumicznej spod krawędzi pasa papy podczas zgrzewania świadczy o nieprawidłowym zgrzaniu papy do podłoża;

» w odniesieniu do każdego z zastosowanych materiałów sprawdzić poprawność uszczelnienia tzw. trudnych i krytycznych miejsc, np. dylatacji (przez oględziny i porównanie z zaleceniami producenta i wymogami dokumentacji technicznej).

3.4.7. KONTROLA PO WYKONANIU ROBÓT

Po wykonaniu robót należy skontrolować:

» wygląd powłoki wodochronnej – niedopuszczalne są spękania, pofałdowania i pęcherze, powłoka powinna mieć jednakowy kolor;

» zespolenie hydroizolacji z podłożem – przez delikatne opukiwanie drewnianym młotkiem w 3 dowolnie wybranych miejscach na każde 10–20 m^2 zaizolowanej powierzchni. Niedopuszczalny jest głuchy odgłos świadczący o odspojeniu się izolacji od podłoża;

» przyczepności papy termozgrzewalnej do podłoża – pomiary można wykonać jedynie metodami niszczącymi, dlatego ich stosowanie musi być uzasadnione. Takie badanie wykonuje się metodą „odrywania paska" – polega ona na oderwaniu paska izolacji o szer. 5 cm i dł. 15 cm i ocenie stanu powierzchni zerwania – zerwanie powinno nastąpić w masie asfaltowej (poniżej osnowy), powierzchnia nie powinna brudzić skóry. Alternatywnie można wykonać próbę „pull-off", o ile temp. powietrza nie przekracza +22°C w cieniu (przy temp. otoczenia powyżej +26°C, w słoneczny dzień wykonywanie próby „pull-off" nie ma sensu). Wyniki zależą także od temperatury otoczenia, dlatego ich ocena musi być kompleksowa i uwzględniać temperaturę wykonania pomiaru [**37**]. Przykładowo przyczepność izolacji z pap termozgrzewalnych powinna wynosić:

- w temp. otoczenia 10–14°C – nie mniej niż 0,6 MPa,
- w temp. otoczenia 22–26°C – nie mniej niż 0,3 MPa.

3.4.8. UŁOŻENIE WARSTW OCHRONNYCH

Po wykonaniu hydroizolacji należy utworzyć warstwę ochronną/rozdzielającą zgodnie z wymaganiami opisanymi w rozdziale „Warstwy rozdzielające i ochronne" (☞ 3.6). Można ją wykonać natychmiast po zakończeniu prac.

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

3.5. IZOLACJA Z MATERIAŁÓW ROLOWYCH Z TWORZYW SZTUCZNYCH

Norma DIN 18195:2000 [19] odnośnie izolacji przeciwwilgociowych wymaga stosowania folii o grubości niemniejszej niż 1,2 mm, grubość ta może zostać zmniejszona do 0,8 mm, jeśli stosuje się folię samoprzylepną. W odniesieniu do izolacji przeciwwodnych norma DIN 18195:2000 [19] wymaga:

» folii z PVC-P o gr. min. 2 mm, jeżeli uszczelnienie jest realizowane przez luźne ułożenie materiału. W takiej sytuacji zagłębienie obiektu ograniczone jest do 4 m;

» folii z PIB (poliizobutylu), PVC-P (z miękkiego polichlorku winylu zbrojonego wkładką z włókniny szklanej) oraz EVA (kopolimeru etylenu z octanem winylu) o gr. min. 1,5 mm, jeżeli powłoka wodochronna jest klejona do podłoża, a zagłębienie obiektu nie większe niż 4 m. W razie większego zagłębienia wymagana jest folia o gr. min. 2 mm;

» folii z ECB (etylenu, kopolimeru i specjalnego asfaltu) i EPDM o gr. min. 2 mm, jeżeli powłoka wodochronna jest klejona do podłoża, a zagłębienie obiektu nie jest większe niż 4 m. W razie większego zagłębienia wymagana jest folia o gr. min. 2,5 mm.

Według zaleceń ITB [29], aby tego typu materiały mogły pełnić swoje funkcje, muszą cechować się następującymi parametrami:

» folie PE i PP nie mogą być cieńsze niż 2 mm;

» folie z PVC nie mogą być cieńsze niż 1 mm;

» odchyłka prostoliniowości krawędzi nie powinna być większa niż 75 mm/10 m;

» odporność na uderzenia – brak przebicia przy wysokości spadania min. 200 mm;

» wytrzymałość na rozdzieranie (gwoździem) ≥ 100 N.

3.5.1. WYMAGANIA STAWIANE PODŁOŻU

Wymogi dotyczące podłoża pod izolację z materiałów rolowych z tworzyw sztucznych są następujące:

» izolacja może być wykonana na wyrównanych podłożach, takich jak mur z elementów drobnowymiarowych (ceglany – z cegły ceramicznej, piaskowo-wapiennej, z betonu komórkowego, z pustaków lub bloczków betonowych/żużlobetonowych itp.), mur kamienny i mieszany, beton/żelbet, tynk tradycyjny cementowy oraz spełniających wymagania podane w dokumentacji projektowej;

» podłoże musi spełniać wymogi podane rozdziale „Wymagania ogólne stawiane uszczelnianemu podłożu" (☞ 3.1.6);

» podłoże pod klejone folie/membrany musi być czyste, stabilne, nośne, szorstkie (z otwartymi porami), bez zarysowań i spękań. Niedopuszczalne są tłuste plamy, zabrudzenia, wykwity, stare powłoki, wymalowania i inne substancje mogące powodować pogorszenie przyczepności. Jeśli folia układana jest luźno, decyzja o dopuszczalnych wadach podłoża (zanieczyszczeniach, braku stabilności, zarysowaniach) musi być podjęta indywidualnie, w zależności od charakteru i przyczyn stwierdzonych wad (np. zanieczyszczenia nie mogą wpływać destrukcyjnie na materiał hydroizolacyjny);

» podłoże musi być równe i gładkie, niedopuszczalne są ostre krawędzie, raki, ubytki i nierówności. Naroża wypukłe należy wyoblić (promień wyoblenia: przynajmniej 3 cm) lub sfazować pod kątem 45° w odległości przynajmniej 5 cm od krawędzi;

» podczas wykonywania izolacji z materiałów klejonych do podłoża należy zwrócić szczególną uwagę na wilgotność masową podłoża (w przekroju). Maksymalną graniczną wilgotność podłoża

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

podaje producent systemu. Jeżeli wilgotność masowa podłoża jest wyższa niż 5% (o ile producent systemu na to zezwala), należy sprawdzić, czy nie będzie to miało negatywnego wpływu na dalsze prace i trwałość całej konstrukcji. W odniesieniu do materiałów układanych luzem zwiększona wilgotność w momencie układania nie musi stanowić przeszkody, jeśli nie wpłynie negatywnie na jakość dalszych prac i komfort użytkowania. Taka decyzja musi zostać podjęta indywidualnie;

» temp. podłoża w momencie wykonywania prac powinna wynosić od +5°C do +30°C (o ile producent hydroizolacji nie zaleca inaczej).

3.5.2. PRZYGOTOWANIE PODŁOŻA

Wymagania dotyczące przygotowania podłoża pod izolację z materiałów rolowych z tworzyw sztucznych są następujące:

» podłoże oczyścić za pomocą metod mechanicznych lub ręcznych, adekwatnych do rodzaju podłoża oraz stwierdzonych zanieczyszczeń, np. przez szlifowanie, frezowanie, skuwanie, piaskowanie, hydropiaskowanie, zmywanie wodą z dodatkiem detergentów itp. Jest to bezwzględnie wymagane w odniesieniu do materiałów klejonych do podłoża;

» wystające fragmenty skuć/sfrezować;

» ubytki, raki, krawędzie, brzegi dylatacji (jeżeli występują) w podłożu betonowym naprawić zaprawami naprawczymi, adekwatnymi do rodzaju uszkodzeń (np. zaprawami PCC). Jeżeli powierzchnia nie jest gładka, wykonać szpachlowanie wygładzające np. drobnoziarnistymi zaprawami PCC;

» mur musi być równy (gładki). Wystające fragmenty cegieł/zaprawy skuć/sfrezować. Ubytki naprawić zaprawami naprawczymi, adekwatnymi do rodzaju uszkodzeń (np. zaprawami cementowymi z dodatkiem emulsji polimerowej). Jeśli jest to niezbędne, powierzchnię przeszpachlować drobnoziarnistą zaprawą cementową z dodatkiem modyfikatora polimerowego;

» podłoża o gruboziarnistej lub chropowatej fakturze (np. bloczki/pustaki betonowe) wymagają przeszpachlowania np. zaprawą cementową z dodatkiem modyfikatora polimerowego lub zaprawy polimerowo-cementowej. Parametry wytrzymałościowe zaprawy muszą być dobrane do parametrów wytrzymałościowych podłoża;

» rysy naprawić metodą dobraną do rodzaju podłoża (betonu, muru), przyczyn powstania i szerokości rozwarcia (np. przez iniekcję, rozkucie i zasklepienie, przeszpachlowanie);

» niestabilne fragmenty tynków usunąć, ubytki uzupełnić odpowiednią do rodzaju podłoża zaprawą tynkarską o parametrach wytrzymałościowych dostosowanych do parametrów istniejącego tynku. Przy zastosowaniu tradycyjnej zaprawy zaleca się dodanie do wody zarobowej modyfikatora polimerowego. W niektórych sytuacjach korzystne może być wykonanie warstwy/obrzutki sczepnej. Wszelkie rysy, bruzdy i wyłomy uzupełnić w analogiczny sposób;

» dalsze prace prowadzić po stwardnieniu i związaniu zapraw naprawczych. Za czas sezonowania tradycyjnych zapraw (w warunkach normalnych) należy przyjmować 1 mm na dobę (lecz nie mniej niż kilka dni), odnośnie suchych zapraw zarabianych na budowie wodą, zwłaszcza szybkowiążących, wiążące są wytyczne producenta (w odniesieniu do zapraw typu PCC jest to zwykle kilka dni);

» jeżeli wymagane jest gruntowanie (pod folie klejone do podłoża), należy zastosować preparat zalecany przez producenta hydroizolacji.

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

3.5.3. KONTROLA STANU PODŁOŻA PRZED ROZPOCZĘCIEM PRAC

Przed wykonaniem izolacji z materiałów rolowych z tworzyw sztucznych należy wykonać następujące czynności kontrolne stanu podłoża:

» parametry wytrzymałościowe, jeżeli to niezbędne, badać za pomocą odpowiednich aparatów, np. młotka Schmidta, zrywarki „pull-off";

» wilgotność podłoża sprawdzać za pomocą wilgotnościomierzy. Metody bezpośrednie (niszczące, wagowo-suszarkowe), a także aparaty CM (metoda karbidowa) stosować w uzasadnionych przypadkach. Wilgotnościomierze do badań metodami pośrednimi powinny być kalibrowane do rodzaju podłoża;

» temperaturę powietrza i podłoża badać za pomocą odpowiednich termometrów (dotyczy zwłaszcza pomiaru temperatury podłoża w okresach wiosennym i jesiennym). Zaleca się, aby pomiar temperatury powierzchni podłoża był dokonywany termometrem przeznaczonym do pomiaru temperatury powierzchniowej. Pomiar powinien być wykonywany przy ustabilizowanej temperaturze, tzn. wtedy, gdy zmiana temperatury z upływem czasu jest niższa niż 1°C/5 min;

» czystość podłoża sprawdzić przez oględziny, próbę przetarcia, ścierania czy skrobania. Obecność środków antyadhezyjnych, zanieczyszczeń tłuszczowych itp. można wykryć np. przez próbę zwilżenia wodą oraz oględziny. Ocena wizualna polega na oględzinach podłoża w świetle rozproszonym, z odległości 1–1,5 m. Przykładowe metody sprawdzania stanu podłoża według wytycznych ITB [**32**] podano w **TABELI 3.14**;

» równość podłoża należy sprawdzać np. przez przyłożenie łaty lub rozciągnięcie żyłki. Wyniki porównać z wymaganiami podanymi w rozdziale „Wymagania ogólne stawiane uszczelnianemu podłożu" (☞ 3.1.6);

» tolerancje wymiarowe podłoża, jeżeli są wymagane, należy sprawdzać np. przez przyłożenie łaty lub rozciągnięcie żyłki. Wyniki porównać z wymaganiami podanymi w rozdziale „Wymagania ogólne stawiane uszczelnianemu podłożu" (☞ 3.1.6);

» poprawność wykonania dylatacji (jeżeli występują), faset, wyobleń – prostoliniowość sprawdzać za pomocą cienkiego drutu lub sznura naciągniętego wzdłuż krawędzi szczeliny. Rozmieszczenie dylatacji – przez porównanie z dokumentacją, a szerokość – przez pomiar suwmiarką. Poprawność wykonania wyobleń można sprawdzać przez przyłożenie szablonu;

» poprawność napraw podłoża kontrolować przede wszystkim przez oględziny oraz opukiwanie naprawionych miejsc drewnianym młotkiem. Głuchy odgłos świadczy o odspajaniu się warstwy naprawczej od podłoża.

3.5.4. PRZYGOTOWANIE MATERIAŁU

Wymogi dotyczące przygotowywania materiału do izolacji z materiałów rolowych z tworzyw sztucznych są następujące:

» folię (membranę) należy rozwinąć i ułożyć na płaskiej, twardej powierzchni. Po jej rozprostowaniu się dociąć do uzyskania żądanego kształtu i ponownie zrolować. Dociąć kształtki do uszczelnienia naroży i krawędzi;

» materiał ciąć ostrym narzędziem (np. nożem) tak, aby nie uszkodzić krawędzi.

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

3.5.5. APLIKACJA MATERIAŁU

Wykonanie powłoki wiąże się z następującymi wymaganiami:
» temp. aplikacja powinna wynosić od +5°C do +30°C (o ile producent nie zaleca inaczej);
» folie (membrany) stosować w sposób opisany w dokumentacji technicznej i zgodny z wytycznymi producenta. Możliwe jest luźne układanie arkuszy na podłożu lub klejenie folii do podłoża klejem systemowym;
» arkusze folii łączyć przez zgrzewanie, wulkanizowanie, za pomocą rozpuszczalników lub klejenia klejem systemowym. Możliwe jest także doszczelnianie krawędzi tzw. upłynnioną folią.

3.5.6. KONTROLA PODCZAS WYKONYWANIA POWŁOKI WODOCHRONNEJ

W trakcie wykonywania powłoki należy:
» kontrolować, czy materiały odpowiadają wymaganiom dokumentacji projektowej;
» wizualnie sprawdzać wygląd zewnętrzny materiałów (równość cięcia, stan krawędzi);
» przez oględziny sprawdzić poprawność zagruntowania podłoża (jeżeli jest wykonywane);
» warunki cieplno-wilgotnościowe kontrolować za pomocą odpowiednich termometrów i higrometrów;
» kontrolować długość przerw technologicznych;
» w odniesieniu do każdego z zastosowanych materiałów sprawdzić poprawność uszczelnienia tzw. trudnych i krytycznych miejsc, np. dylatacji (przez oględziny i porównanie z zaleceniami producenta i wymogami dokumentacji technicznej).

3.5.7. KONTROLA PO WYKONANIU ROBÓT

Po wykonaniu robót należy skontrolować:
» wygląd powłoki wodochronnej – niedopuszczalne są spękania, rozwarstwienia w miejscach łączeń itp.;
» sposób uszczelnienia trudnych i krytycznych miejsc, np. dylatacji (przez oględziny i porównanie z zaleceniami producenta i wymogami dokumentacji technicznej).

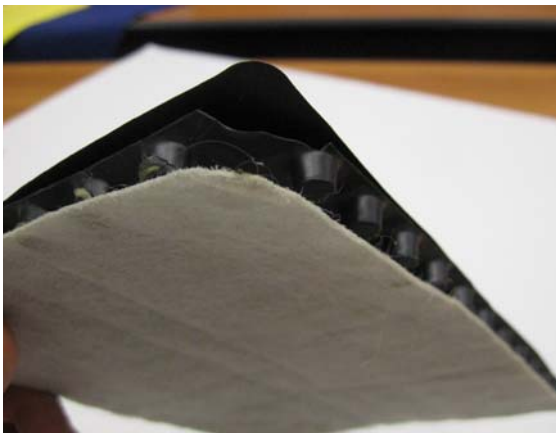
3.5.8. UŁOŻENIE WARSTW OCHRONNYCH

Po wykonaniu hydroizolacji należy utworzyć warstwę ochronną/rozdzielającą zgodnie z wymaganiami opisanymi w rozdziale „Warstwy rozdzielające i ochronne” (☞ 3.6). Można ją wykonać natychmiast po zakończeniu prac.

3.6. WARSTWY ROZDZIELAJĄCE I OCHRONNE

Wszystkie warstwy ochronne/rozdzielające/dociskowe muszą być odporne na występujące w danej sytuacji obciążenia. Muszą też wykazywać kompatybilność z materiałem uszczelniającym, tzn. nie powodować uszkodzenia powłoki wodochronnej, nie tylko na skutek np. oddziaływania chemicznego, lecz także mechanicznego (np. przy zagęszczaniu).

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613



FOT. 3.2. **Membrana kubełkowa z warstwą poślizgową może być stosowana jako warstwa ochronna na powłoce z masy KMB;** *fot.: archiwum autora*

Należy rozróżnić warstwy ochronne stosowane do tymczasowej ochrony powłoki wodochronnej podczas dalszego wykonywania prac oraz warstwy (materiały) do ochrony podczas zasypywania wykopów fundamentowych lub przy normalnej eksploatacji obiektu.

Do tymczasowej ochrony powłok wodochronnych można stosować np. płyty styropianowe (EPS) o gr. min. 2 cm, grube (min. 1 mm) folie z tworzyw sztucznych, maty gumowe itp.

Do wykonywania warstw ochronnych mogą być wykorzystywane ([**19**], [**21**], [**38**]):

- membrany kubełkowe z warstwą poślizgową (**FOT. 3.2**),
- maty lub płyty, np. gumowe, polietylenowe o gr. min. 6 mm,
- jastrych na warstwie rozdzielającej z folii,
- beton klasy min. C8/10 według normy PN-EN 206-1:2003 [**16**],
- płyty styropianowe zgodne z normą PN-EN 13163:2009 [**40**] o gr. min. 2 cm,
- płyty z polistyrenu ekstrudowanego zgodne z normą PN-EN 13164:2010 [**41**] o gr. min. 2 cm,
- mur o gr. 1/2 cegły,
- folie z PCV o gr. min. 1 mm,
- geowłókniny o gramaturze min. 300 g/m^2, maty z filcu o gr. min. 2 mm.

W odniesieniu do izolacji wannowej na ścianach wykonanej ze szlamu warstwą ochronną może być także tynk tradycyjny lub tynk renowacyjny.

Dobór warstw ochronnych zależy od rodzaju materiału hydroizolacyjnego i miejsca jego wbudowania.

Klasa płyt styropianowych (EPS) stosowanych na powierzchniach poziomych musi wynikać z normy PN-B-20132:2005 [**42**] (np. klasa EPS 250 lub wyższa). Grubość i klasa jastrychu lub betonu stosowanego na powierzchniach poziomych (warstw dociskowych) muszą być dostosowane do charakteru i wielkości działających obciążeń.

Jako warstwy ochronno-termoizolacyjne w obszarach zagłębionych w gruncie mogą być stosowane materiały termoizolacyjne dopuszczone przez producenta do takiej aplikacji. Muszą one być odporne na wilgoć, gnicie i starzenie się, a także cechować się jak najmniejszą nasiąkliwością, jak najmniejszą wartością współczynnika przenikania ciepła U oraz odpowiednią wytrzymałością mechaniczną.

W praktyce najczęściej stosuje się płyty z polistyrenu ekstrudowanego, spełniające wymagania normy PN-EN 13164:2010 [**41**]. Grubość termoizolacji musi wynikać z obliczeń cieplno-wilgotnościowych wykonanych zgodnie z normami PN-EN ISO 6946:2008 [**43**] oraz PN-EN ISO 13788:2003 [**1**].

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

Płyty styropianowe lub z polistyrenu ekstrudowanego stosowane do ochrony pionowych izolacji bitumicznych oraz pionowych izolacji ze szlamów mogą być układane na sucho lub klejone masami bitumicznymi. Płyty stosowane do ochrony pionowych izolacji z rolowych materiałów z tworzyw sztucznych muszą być układane na sucho.

Nie wolno stosować kołków przebijających hydroizolację.

Zgodnie z normą DIN 18195:2000 [**19**] warstwy rozdzielające mogą być wykonane np. z:

- geowłókniny o gramaturze min. 150g/m^2,
- folii PE o gr. min. 0,2 mm.

3.7. MATERIAŁY DO WYKONYWANIA INIEKCJI

3.7.1. MATERIAŁY DO INIEKCJI STRUKTURALNYCH

Do wykonywania iniekcji strukturalnych (**RYS. 1.8**) w przegrody murowane najczęściej stosuje się iniekty na bazie (☞ 2.1):

- krzemianów alkalicznych z modyfikatorami,
- alkilometylosilikonianów,
- kompozycji alkalicznych krzemianów i metylosilikonianów,
- propylosilikonianu potasu,
- kompozycji silanów i siloksanów oligomerycznych,
- silanów wodorozpuszczalnych,
- parafin,
- poliakryloamidów.

3.7.2. MATERIAŁY DO INIEKCJI KURTYNOWYCH

Do wykonywania iniekcji kurtynowych (**RYS. 1.9** i **3.1**) stosuje się następujące materiały:

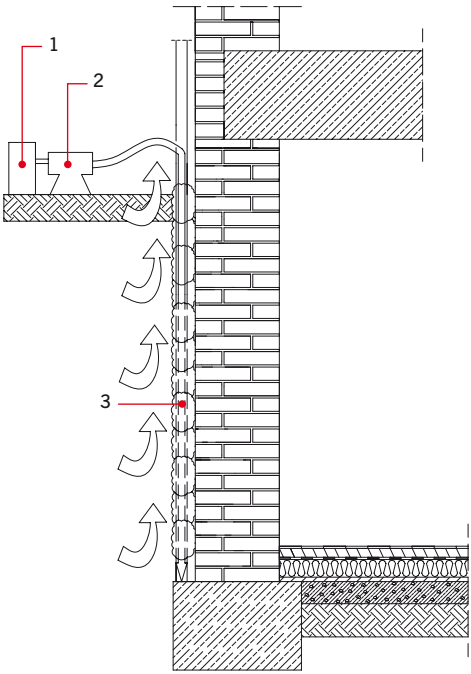
- hydrożele (poliakryloamidy),
- żele akrylowe,
- żywice poliuretanowe,
- materiały na bazie bentonitów.

Hydrożele są uniwersalnymi iniektami pozwalającymi na iniekcje w grunt oraz wykonywanie przepon strukturalnych. Moment żelowania rozpoczyna się dopiero w obecności wody, przed żelowaniem materiał ma niską lepkość, porównywalną z lepkością wody. Początek procesu i jego zakończenie można regulować proporcją składników. Iniekty te mają dobrą przyczepność do suchych i mokrych podłoży mineralnych.

Żele akrylowe, które należą do hydrożeli (lecz ze względu na liczbę cytowań w literaturze fachowej stanowią osobną podgrupę), stosuje się głównie w sytuacji, gdy z powodów technicznych lub ekonomicznych nie jest wskazane stosowanie innych rozwiązań. Metoda ta jest szczególnie zalecana w przypadkach, gdy przyczyną przecieków przez przegrody budowlane jest woda naporowa (pod ciśnieniem) i nie jest możliwe wykonanie hydroizolacji od strony naporu wody. Można ją stosować do uszczelniania zarówno konstrukcji murowych, jak i podłóg oraz sklepień.

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

FOT. 3.3. **Izolacja kurtynowa wykonywana zawiesinami bentonitowymi;** *fot.: C. Magott*



RYS. 3.2. **Izolacja kurtynowa wykonywana zawiesinami bentonitowymi;** *rys.: C. Magott*

1 – zasilacz pompy, **2** – pompa, **3** – lanca iniekcyjna

Żywice akrylowe mają bardzo małą lepkość, zbliżoną do wody. Ponadto żele żywic akrylowych mogą wchłaniać wodę w ilości 250% w stosunku do własnej objętości i są przydatne w miejscach stałego kontaktu przegrody budowlanej z wodą. Nie powodują zabrudzeń ani zwiększenia nośności (wytrzymałości) murów. Są jednocześnie trwale elastyczne i odporne na małe obciążenia chemiczne.

Żywice poliuretanowe stosuje się zarówno do elastycznego wypełnienia (zamknięcia i uszczelnienia) rys, jak i do wykonywania iniekcji kurtynowych. Wynika to przede wszystkim z ich elastyczności po związaniu oraz braku negatywnego wpływu wilgoci na procesy sieciowania. W zależności od ilości i rodzaju modyfikatorów mają różne cechy. Dzielą się na jedno- i dwuskładnikowe (w których można regulować czas reakcji). Składają się z polietanoli i izocyjanów.

W materiałach na bazie bentonitów zasadniczym elementem czynnym jest bentonit sodowy. Jest to naturalny materiał powstający w procesie wietrzenia iłów popiołów wulkanicznych. Po wydobyciu poddawany jest procesowi obróbki, dzięki czemu zyskuje unikalne właściwości. Jego cechą charakterystyczną jest zdolność do absorpcji wody oraz plastyczność i odporność na łamanie. Sposób wykonywania iniekcji w grunt zawiesinami bentonitowymi pokazano na **FOT. 3.3** i **RYS. 3.2**.

3.8. INIEKCJA STRUKTURALNA

Jedną z najlepszych metod oceny stanu muru i uzyskania informacji o jego właściwościach i jednorodności są wiercenia i iniekcje próbne. Rezultaty tych badań należy zapisać w protokole i porównać z informacjami znajdującymi się w dokumentacji technicznej. Ewentualne rozbieżności wpływające na technologię wykonywanych prac należy wyjaśnić przed podjęciem jakichkolwiek dalszych czynności.

W przypadku stwierdzenia rys i pustek lub muru żebraczego konieczne jest (o ile dokumentacja techniczna nie przewiduje wykonania specjalnych zabiegów) podjęcie działań zapobiegają-

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

cych niekontrolowanemu wypływowi iniektu, np. przez wykonanie wstępnej iniekcji zasklepiającej rysy i pustki lub zastosowanie hydrożeli.

Iniekcje w murach z pustkami lub w murach żebraczych można wykonywać specjalnymi lancami iniekcyjnymi, wykonanymi na wymiar i pozwalającymi na iniekcję konkretnej strefy muru (**RYS. 2.1–2.3**).

3.8.1. PRZYGOTOWANIE PODŁOŻA

Wymagania dotyczące przygotowania podłoża pod iniekcję strukturalną są następujące:

- strefę muru, w którym będzie wykonywana iniekcja, odsłonić i oczyścić;
- usunąć warstwy wykończeniowe (tynki, wymalowania);
- oczyszczanie, w zależności od rodzaju zanieczyszczeń, przeprowadzić np. przez zmycie, szorowanie, oczyszczanie parą wodną itp.;
- zmurszałe spoiny i skorodowane fragmenty cegieł/kamieni usunąć, tak aby możliwe było stabilne obsadzenie pakerów/lanc iniekcyjnych;
- aby uniknąć wypływu iniektu podczas wykonywania prac (iniekcja wykonywana jest wyłącznie metodą ciśnieniową), trzeba uzupełnić wykute spoiny systemowymi zaprawami naprawczo-renowacyjnymi (doskonale sprawdzają się tu szpachlówki uszczelniające), alternatywnie uszczelnić strefę iniekcji szlamem uszczelniającym (najczęściej stosuje się do tego szlamy sztywne i/lub szybkowiążące).

3.8.2. KONTROLA STANU PODŁOŻA PRZED ROZPOCZĘCIEM PRAC

Przed rozpoczęciem prac należy wykonać następujące czynności kontrolne stanu podłoża:

- ocenić poprawność odsłonięcia i oczyszczenia przegrody, w której będzie wykonywana iniekcja. Ocenie podlega poprawność oczyszczenia (z kurzu, zabrudzeń, luźnych i niezwiązanych części, resztek tłustych zanieczyszczeń). Badanie można przeprowadzić przez oględziny, próbę ścierania i drapania oraz próbę zwilżania. Wygląd powierzchni przegrody należy ocenić wizualnie, z odległości 0,5–1 m, w rozproszonym świetle dziennym lub sztucznym;
- wilgotność podłoża sprawdzać za pomocą wilgotnościomierzy. Metody bezpośrednie (niszczące, wagowo-suszarkowe), a także aparaty CM (metoda karbidowa) stosować w uzasadnionych przypadkach. Wilgotnościomierze do badań metodami pośrednimi powinny być kalibrowane do rodzaju podłoża. Należy zwrócić uwagę na zasolenie podłoża, obecność soli wpływa bowiem na błędy odczytu;
- temperaturę powietrza i podłoża badać za pomocą odpowiednich termometrów (dotyczy zwłaszcza pomiaru temperatury podłoża w okresach wiosennym i jesiennym). Zaleca się, aby pomiar temperatury powierzchni podłoża był dokonywany termometrem przeznaczonym do pomiaru temperatury powierzchniowej. Pomiar powinien być wykonywany przy ustabilizowanej temperaturze, tzn. wtedy, gdy zmiana temperatury z upływem czasu jest niższa niż 1°C/5 min;
- poprawność napraw spoin i uszczelnienia strefy iniekcji kontrolować przede wszystkim przez oględziny oraz opukiwanie naprawionych miejsc drewnianym młotkiem. Głuchy odgłos świadczy o odspajaniu się warstwy naprawczej od podłoża.

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

3.8.3. WYKONYWANIE INIEKCJI

Podczas wykonywania iniekcji strukturalnej obowiązują następujące zasady:

» iniekcja może być wykonywana wyłącznie metodą ciśnieniową. Przed rozpoczęciem prac na reprezentatywnym odcinku muru należy wykonać iniekcje próbne pozwalające na oszacowanie czasu iniekcji i określenie rzeczywistego zużycia preparatu iniekcyjnego;

» temperatura aplikacji (podłoża w przekroju i powietrza) podczas wykonywania prac iniekcyjnych powinna wynosić od +5°C do +30°C, o ile producent materiału iniekcyjnego nie zaleca inaczej. Zabronione jest wykonywanie iniekcji w zamarzniętych przegrodach;

» na przegrodzie zaznaczyć miejsca wykonywania otworów;

» otwory wykonywać w taki sposób, aby nie doprowadzić do uszkodzeń przegrody i/lub innych elementów obiektu. Wiertarki lub wiertnice elektryczne/elektropneumatyczne itp. powinny w miarę możliwości pracować bezwstrząsowo. Podczas wiercenia otworów należy zadbać o równoległość otworów przez stosowanie specjalnych prowadnic pozwalających na utrzymanie stałego kąta pochylenia otworów;

» przy stosowaniu iniektów na bazie krzemianów i mikroemulsji silikonowych otwory o średnicy 12–18 mm wierci się w rozstawie 20×20 cm do 30×30 cm, z przesunięciem w poziomie między rzędami o połowę odległości między otworami, kąt nachylenia otworów wynosi 0–30°. Iniekcję należy przeprowadzać tak, aby powstała ciągła strefa niepozwalająca na przenikanie wilgoci i wody w mur;

» przy wykonywaniu iniekcji strukturalnej żelem akrylowym typowy rozstaw i układ odwiertów to siatka w rozstawie 30×30 cm, z przesunięciem o połowę odległości między otworami. W dolnej części iniektowanej ściany zaleca się zagęścić rozstaw otworów do ok. 15 cm. Głębokość otworów powinna sięgać min. 4/5 grubości ściany. Iniekcję wykonuje się zazwyczaj przy odwiertach poziomych, choć możliwe jest także wykonanie ich przy kącie nachylenia 45°. Otwory odpylić przez odessanie (zalecane) lub przedmuchanie sprężonym powietrzem (należy zadbać, aby nie zabrudzić otworu zanieczyszczeniami olejowymi);

» jeżeli podczas wykonywania nawiertów okaże się, że mur zawiera rysy i pustki, a do iniekcji stosuje się preparaty na bazie krzemianów i mikroemulsji silikonowych, konkretny otwór należy oznaczyć, aby wykonać w nim wstępną iniekcję wypełniającą rysy i pustki (☞ 2.3.3);

» w wywierconych otworach obsadzić pakery/lance iniekcyjne i podłączyć pompę iniekcyjną;

» typy pomp i pakerów lub lanc iniekcyjnych zależą od rodzaju zastosowanego systemu (informacje te podawane są przez producentów materiałów). Proces powinien przebiegać przy jednostajnym ciśnieniu nieprzekraczającym 10 barów (zazwyczaj 3–5 barów – iniekcja niskociśnieniowa) do momentu uzyskania równomiernej, poziomej strefy działania. Ciśnienie nie może spowodować uszkodzenia przegrody, dlatego musi być dostosowane do parametrów wytrzymałościowych iniektowanej przegrody (jest podawane przez dokumentację techniczną). Nie wolno przykładać od razu maksymalnego ciśnienia, konieczne jest łagodne zwiększanie ciśnienia na końcówce iniekcyjnej. Wartość ciśnienia podaje dokumentacja techniczna. Iniekcję należy rozpocząć od dolnego rzędu otworów;

» stosowana pompa musi umożliwiać monitorowanie ciśnienia oraz określenie ilości iniektu wprowadzonego w mur;

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

» mikroemulsję silikonową zmieszać z czystą wodą. Proporcje mieszania zależą od wilgotności iniektowanej przegrody, dlatego należy przestrzegać zaleceń podanych przez dokumentację projektową oraz producenta. Należy przygotować taką ilość mieszaniny, która może być zużyta w tzw. czasie obrabialności. Należy tu przestrzegać wytycznych producenta;
» preparaty jednoskładnikowe na bazie krzemianów są gotowe do użycia;
» w odniesieniu do żeli akrylowych moment żelowania musi przebiegać w murze. Dlatego przy wykonywaniu iniekcji pompami jednokomponentowymi, gdy proces żelowania rozpoczyna się już w pompie, szczególnie ważne jest oszacowanie czasu wysycania muru na etapie iniekcji próbnych. Przez pewien czas od wymieszania składników preparat nie zmienia swoich właściwości i wtedy musi zostać całkowicie wprowadzony w strukturę muru;
» jeżeli na pakerze przez 15–20 min utrzymuje się stałe ciśnienie, można przyjąć, że w odniesieniu do danego otworu nastąpiło wysycenie przyległej strefy przegrody (iniekcja preparatami na bazie krzemianów i mikroemulsji silikonowych);
» w odniesieniu do iniekcji żelami akrylowymi można przyjąć, że nastąpiło wysycenie przyległej strefy iniekcji, gdy żel pokazał się w sąsiednich otworach, a jego zużycie na otwór było porównywalne z wartościami uzyskanymi na etapie iniekcji próbnych;
» w razie zaobserwowania spadku ciśnienia na końcówce iniekcyjnej podczas iniekcji konkretny otwór należy oznaczyć, aby wykonać w nim wstępną iniekcję wypełniającą rysy i pustki (☞ 2.3.3);
» po zakończeniu iniekcji otwory zasklepić zaprawą systemową (nie dopuszcza się stosowania zwykłej zaprawy cementowej);
» zużycie preparatu do iniekcji nie będzie w każdym przypadku jednakowe, jest ono uzależnione od rodzaju iniektu oraz stanu i właściwości materiału przegrody.

3.8.4. KONTROLA PODCZAS WYKONYWANIA INIEKCJI

Czynności kontrolne wykonać analogicznie do podanych w rozdziale „Kontrola podczas wykonywania iniekcji" (☞ 2.3.4).

3.8.5. KONTROLA PO WYKONANIU ROBÓT

Po wykonaniu robót należy skontrolować wygląd zainiektowanej przegrody: czy nie pojawiły się oznaki uszkodzeń (spękania, rysy, wybrzuszenia itp.).

Badanie skuteczności wykonanej izolacji jest możliwe tylko przez kompleksowe badanie obiektu, na podstawie indywidualnie opracowanej metodyki.

3.9. INIEKCJA KURTYNOWA

Zaletą tego rozwiązania jest wykonanie izolacji zewnętrznej, wadą – koszty i trudności techniczne. Prace mogą być wykonywane jedynie przez wyspecjalizowanego wykonawcę, dysponującego odpowiednim sprzętem.

Przykładowe miejsca zastosowania pokazano w rozdziale „Detale i prace uzupełniające" (☞ 5).

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

3.9.1. PRZYGOTOWANIE PODŁOŻA

Jeżeli pakery mocowane są w ścianie przy jej wewnętrznej powierzchni, przygotowanie podłoża należy przeprowadzić zgodnie z zaleceniami podanymi w rozdziale „Przygotowanie podłoża" (☞ 3.8.1). W odniesieniu do lanc mocowanych w przygruntowej strefie ściany nie są wymagane specjalne zabiegi przygotowawcze, o ile nie występują uszkodzenia (np. rysy) wymagające dodatkowych zabiegów naprawczych.

3.9.2. KONTROLA STANU PODŁOŻA PRZED ROZPOCZĘCIEM PRAC

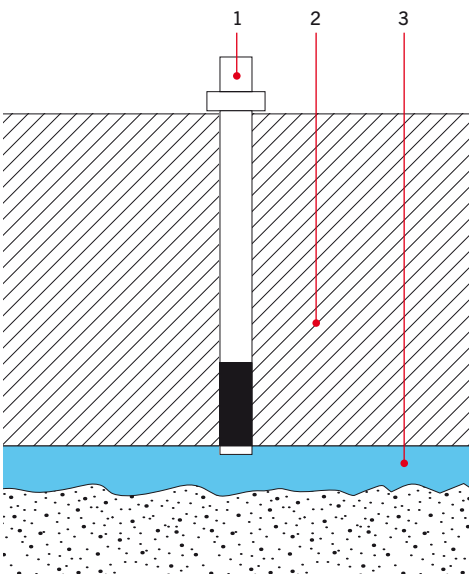
Obowiązują zaleceniami podane w rozdziale „Kontrola stanu podłoża przed rozpoczęciem prac" (☞ 3.8.2), z pominięciem naprawy podłoża, o ile prace te nie są wykonywane.

3.9.3. WYKONYWANIE INIEKCJI

Podczas wykonywania iniekcji kurtynowej obowiązują następujące zasady:

» iniekcja może być wykonywana wyłącznie metodą ciśnieniową. Przed rozpoczęciem prac na reprezentatywnym odcinku muru należy wykonać iniekcje próbne pozwalające na oszacowanie czasu iniekcji i określenie rzeczywistego zużycia preparatu iniekcyjnego;

» temperatura aplikacji (podłoża w przekroju i powietrza) podczas wykonywania prac iniekcyjnych powinna wynosić od +5°C do +30°C, o ile producent materiału iniekcyjnego nie zaleca inaczej. Zabronione jest wykonywanie iniekcji w zamarzniętych przegrodach;



RYS. 3.3. **Mocowanie lancy iniekcyjnej w przegrodzie, przy gruncie;** *rys.: archiwum autora*

1 – paker, **2** – posadzka, **3** – iniekcja kurtynowa

» na przegrodzie zaznaczyć miejsca wykonywania otworów;

» otwory wykonywać w taki sposób, aby nie doprowadzić do uszkodzeń przegrody i/lub innych elementów obiektu. Wiertarki lub wiertnice elektryczne/elektropneumatyczne itp. powinny w miarę możliwości pracować bezwstrząsowo. Podczas wiercenia otworów należy zadbać o równoległość otworów przez stosowanie specjalnych prowadnic pozwalających na utrzymanie stałego kąta pochylenia otworów;

» typowy rozstaw otworów w odniesieniu do przepon kurtynowych to siatka 50×50 cm, z jednym otworem dodatkowym w środku każdego kwadratu, gdy stosuje się lance iniekcyjne mocowane w strefie muru znajdującej się przy gruncie (**RYS. 3.3**). Średnica takich otworów wynosi zazwyczaj 12–18 mm (**FOT. 3.4**);

» jeżeli stosuje się pakery mocowane w wewnętrznej strefie muru (od strony pomiesz-

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

czenia) grubszych przegród (>60 cm), rozstaw otworów należy zmniejszać, przy jednocześnie większej średnicy samych otworów;

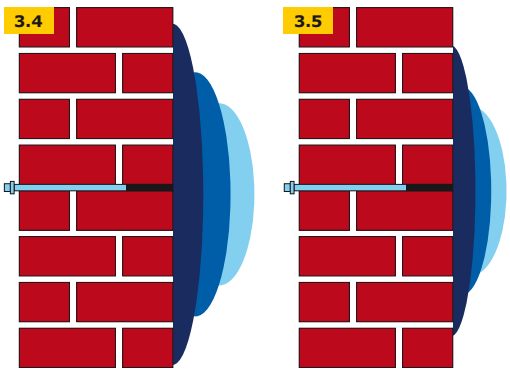
» w wywierconych otworach obsadzić pakery/lance iniekcyjne i podłączyć pompę iniekcyjną;

» typy pomp i pakerów lub lanc iniekcyjnych zależą od rodzaju zastosowanego systemu (informacje te podawane są przez producentów materiałów do iniekcji). Proces powinien przebiegać przy jednostajnym ciśnieniu określonym na etapie diagnostyki lub iniekcji próbnych. Jeśli iniekcja następuje przez pakery obsadzone w wewnętrznej strefie ściany, ciśnienie nie może spowodować uszkodzenia przegrody, musi być więc dostosowane do parametrów wytrzymałościowych iniektowanej przegrody i jest wówczas podawane przez dokumentację techniczną;

» iniekcję rozpoczyna się od dolnego rzędu otworów;

» materiał wprowadzany jest w grunt (zazwyczaj niespoisty) i nie może spływać w dół wzdłuż ścian fundamentowych. Wymusza to taką organizację robót, aby proces żelowania następował w odpowiednim momencie. Dlatego możliwe są następujące warianty przeprowadzania robót iniekcyjnych:

FOT. 3.4. **Ściana przygotowana pod iniekcję żelami akrylowymi;** *fot.: C. Magott*



RYS. 3.4–3.5. **Iniekcja kurtynowa – sposób rozkładania się iniektu w gruncie: niespoistym (3.4), spoistym (3.5);** *rys.: archiwum autora*

- iniekcja jednostopniowa – czas iniekcji musi być krótszy niż czas reakcji iniektu;
- iniekcja wielostopniowa – w pierwszym etapie wtłacza się część iniektu i pozwala mu związać, po czym następuje iniekcja uzupełniająca pozostałą częścią materiału.

W praktyce najczęściej przez każdą końcówkę iniekt tłoczony jest przynajmniej dwukrotnie. W pierwszym etapie iniekcji wiąże otaczający grunt i tworzy barierę pozwalającą na późniejsze (w drugim etapie) wykonanie właściwej kurtyny, stanowiącej powłokę hydroizolacyjną (**RYS. 3.4–3.5**). Często konieczne jest także trzecie podejście – iniektowanie uszczelniające. Iniekcja wielostopniowa wymaga specjalnej pompy (najczęściej typu 2K), pozwalającej na przemycie końcówki iniekcyjnej wodą lub stosownym rozpuszczalnikiem. Stosowana pompa musi umożliwiać monitorowanie ciśnienia oraz określenie ilości iniektu wprowadzonego w mur.

Po zakończeniu iniekcji otwory należy zaszklepić zaprawą systemową (nie dopuszcza się stosowania zwykłej zaprawy cementowej – **FOT. 3.5**).

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

FOT. 3.5. **Ściana po wykonaniu iniekcji – otwory zasklepione zaprawą systemową**; *fot.: C. Magott*

Jeżeli pakery nie są mocowane w zewnętrznej strefie muru, zużycie iniektu wzrasta wraz z grubością muru, ponieważ żel wnika w pęknięcia, rysy oraz pory muru, co powoduje jego dodatkowe uszczelnienie strukturalne. Podobny wpływ na zużycie żelu ma rodzaj gruntu otaczającego budynek. Grunty spoiste pozwalają na penetrację iniektu tylko na płaszczyźnie styku ściana – otaczający grunt. Obecność gruntów niespoistych powoduje, że część materiału jest wiązana przez grunt. Mogą także występować lokalne pustki i ubytki przy powierzchni muru, co także powoduje zwiększone zużycie materiału.

3.9.4. KONTROLA PODCZAS WYKONYWANIA INIEKCJI

Podczas prac iniekcyjnych należy dokumentować przynajmniej następujące dane i parametry:

- wilgotność przegrody,
- grubość przegrody,
- temperaturę iniektu, temperaturę podłoża oraz temperaturę powietrza,
- rodzaj stosowanego iniektu,
- czas utwardzania się iniektu,
- rodzaj pompy,
- ciśnienie podczas wykonywania iniekcji,
- zużycie iniektu (na 1 otwór oraz na 1 m^2 powierzchni przegrody).

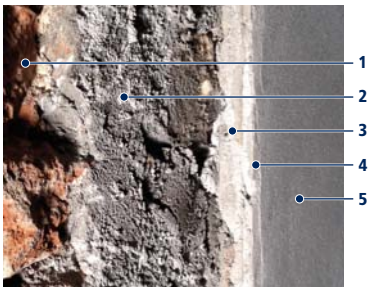
3.9.5. KONTROLA PO WYKONANIU ROBÓT

Po wykonaniu robót należy skontrolować wygląd zainiektowanej przegrody: czy nie pojawiły się oznaki uszkodzeń (spękania, rysy, wybrzuszenia itp.).

Badanie skuteczności wykonanej izolacji jest możliwe tylko przez kompleksowe badanie obiektu, na podstawie indywidualnie opracowanej metodyki.

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

SILTEN RENO
system renowacji murów



Zdjęcie próbki nr 27 na XVI-wiecznym murze ceglanym: 1 – cegła, 2 – obrzutka, 3 – tynk pokładowy, 4 – tynk nawierzchniowy, 5 – gładź

SILTEN RENO to nowoczesny, kompletny i optymalny system renowacji murów, obejmujący środki do hydrofobizacji i wytwarzania przepon chroniących przed kapilarnym podciąganiem wilgoci oraz zestaw zapraw specjalnych i renowacyjnych. Preparaty te doskonale sprawdzają się zwłaszcza w obiektach zabytkowych.

W skład systemu wchodzą:

SLITEN Me – mikroemulsja silikonowa typu SMK. Hydrofobizuje materiał budowlany bez żadnych wtórnych reakcji. Głęboko wnika w kapilarną strukturę muru nawet przy jego bardzo wysokim zawilgoceniu. Po odparowaniu wody zawarty w płynie silikon utwardza się na ścianach porów i kapilar, trwale hydrofobizując materiał budowlany. Doskonałe efekty uzyskuje się, podgrzewając i osuszając strefę iniekcji za pomocą urządzeń termowentylacyjnych (metoda TERMOINIEKCJI®, nr pat. P184012, Z389169). Produkt posiada Rekomendację Techniczną ITB.

SILTEN K – silikonowy krem hydrofobizujący; mieszanina silanów i siloksanów. Konsystencja umożliwia zastosowanie w otworach wierconych nawet poziomo w warstwie zaprawy; może być użyty do hydrofobizacji murów warstwowych wypełnionych gruzem. Bardzo dobrze rozprzestrzenia się również przez parowanie. Produkt posiada Rekomendację Techniczną ITB.

Uzupełnieniem tych bardzo skutecznych środków hydrofobizujących są renowacyjne zaprawy specjalistyczne – fabrycznie przygotowane suche mieszanki spoiw hydraulicznych, wypełniaczy mineralnych o zrównoważonym uziarnieniu oraz specjalistycznych dodatków modyfikujących, szczególnie zalecane do stosowania w obiektach zabytkowych. Zaprawy są przygotowane zgodnie z zaleceniami Instrukcji WTA 2-9-04/D i spełniają kryteria normy PN-EN 998-1:2012. Elementami systemu są:

SILTEN RENOTIGHT FLEX – zaprawa wodoszczelna do uszczelniania podłoży mineralnych z maksymalną rozwartością rys do 1,5 mm.

SILTEN RENOCOAT – obrzutka renowacyjna stosowana do przygotowania podłoża, może być układana w miejscach obciążonych solą oraz wilgocią.

SILTEN RENOBASE – tynk renowacyjny, podkładowy wysokoporowaty stosowany w miejscach średnio i bardzo obciążonych solami. Hydrofobowy i paroprzepuszczalny, zawiera tras.

SILTEN RENOTOP – tynk renowacyjny stanowi warstwę wykończeniową, przeznaczony do układania w miejscach średnio i wysoko obciążonych solami. Paroprzepuszczalny, zawiera tras.

SILTEN RENOFINE – gładź renowacyjna stosowana jako warstwa wygładzająca.

System **SILTEN RENO** jest efektem wieloletniej pracy badawczej oraz doświadczeń wykonawczych i został tak zaprojektowany, aby mógł sprawdzić się w każdych warunkach.

Firma **SILTEN TERBUD** jest wspólnym przedsięwzięciem firm **SILTEN POLSKA** oraz **TERBUD IZOLACJE BUDOWLANE** działającej na rynku od 1992 roku i specjalizującej się w kompleksowym świadczeniu usług hydroizolacyjnych także w budynkach zabytkowych. Do osuszania firma stosuje metodę TERMOINIEKCJI® wykorzystującą zjawisko termodyfuzji w strefie hydrofobizacji. Firma współpracuje z Zakładem Budownictwa Ogólnego Wydziału Inżynierii Lądowej Politechniki Warszawskiej. **TERBUD IZOLACJE BUDOWLANE** jest także właścicielem patentów na: metodę osuszania i zabezpieczania murów przed ponownym zawilgoceniem oraz na urządzenie do termowentylacyjnego osuszania murów. Firma jest laureatem Konkursu TERAZ POLSKA.

Wybrane przykłady realizacji: Pałac Belweder w Warszawie, Brama Wyżynna w Gdańsku, budynek Sali Obrad Sejmu RP w Warszawie, Zespół Obiektów Pocysterskich w Oliwie, Budynek Opery we Wrocławiu, budynek Najwyższej Izby Kontroli w Warszawie, Dworek Chopina w Żelazowej Woli.

Produkty pod marką **SILTEN** są obecne na rynku od 2009 roku, szybko zyskując uznanie i zaufanie klientów. Zostały zastosowane między innymi w:

- zespole budynków Pałacu Prezydenta RP w Warszawie;
- zespole budynków Kancelarii Prezydenta RP przy ul. Wiejskiej w Warszawie;
- budynkach Kancelarii Prezesa Rady Ministrów RP przy al. Szucha w Warszawie;
- budynkach Politechniki Warszawskiej;
- kamienicach warszawskiej Starówki;
- Grobie Nieznanego Żołnierza w Warszawie – kolumnadzie dawnego Pałacu Saskiego;
- Zamku Ostrogskich – Muzeum Chopina w Warszawie;
- budynku Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego;
- Pałacu Na Wodzie w Łazienkach Królewskich w Warszawie i wielu innych.

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 1124673A3361613

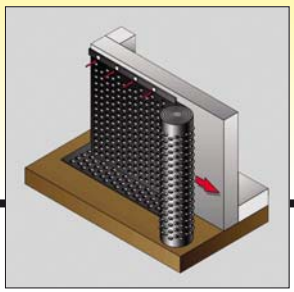
SILTEN TERBUD
Spółka z ograniczoną
odpowiedzialnością Sp.k.
ul. Harcerska 30, 05-820 Piastów
tel./faks: 22 758 05 74, 22 759 10 67
biuro@silten.eu, www.silten.eu

OFERTA FOLII HYDROIZOLACYJNYCH:

- geomembrany wytłaczane z HDPE – **GXP Plus** o wysokości wytłoczeń 8 mm, 10 mm, 20 mm
- geokompozyty izolacyjno-drenażowe – **GXP Dren** (geomembrana wytłaczana z HDPE połączona z geowłókniną PP)
- folie płaskie z **PVC**
- folie płaskie z **HDPE**

Doradztwo techniczne i projektowe

Usługi szczelnego zgrzewania folii izolacyjnych pod dowolny wymiar

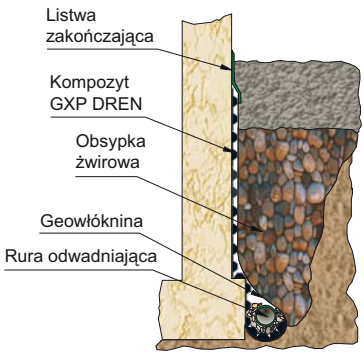


Geomembrana wytłaczana GXP Plus – izolacja fundamentu

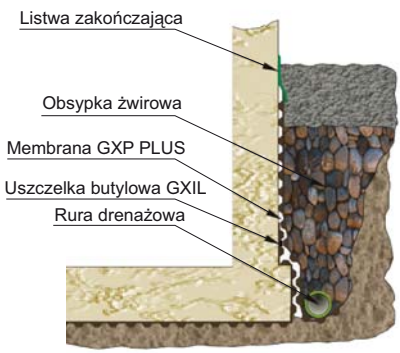
Folia PVC – izolacja piwnicy

Folia BOR – izolacja fundamentów poziomych

NOWOŚĆ – innowacyjny sposób szczelnego łączenia arkuszy geomembrany wytłaczanej



Geokompozyt GXP Dren montuje się płaską stroną folii do muru i geowłókniną w stronę gruntu



Folię GXP Plus należy przytwierdzać wytłoczeniami w stronę muru

GRILTEX

ul. Obornicka 7, Złotkowo
62-002 Suchy Las
tel. +48 61 655 37 51
fax +48 61 655 37 50
e-mail: biuro@griltex.pl

www.griltex.pl

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

4. SYSTEM TYNKÓW RENOWACYJNYCH

System tynków renowacyjnych przeznaczony jest do wilgotnych, zasolonych i zawilgoconych murów. Dzięki swoim właściwościom tynk wchłania wilgoć znajdującą się w murze, oddaje ją do otoczenia pod postacią pary wodnej, a jednocześnie magazynuje w sobie, w postaci skrystalizowanej, szkodliwe sole. Dzięki przesuwaniu strefy odparowania do wnętrza tynku nie dopuszcza do powstawania wykwitów na powierzchni. Sole krystalizują w porach tynku renowacyjnego i nie powodują widocznych uszkodzeń. Takie działanie trwa do momentu zapełnienia porów przez kryształy soli, przy czym przeciętną trwałość prawidłowo zastosowanego tynku renowacyjnego szacuje się na przynajmniej kilkanaście lat.

Zastosowanie systemu musi być ściśle określone na podstawie badań stanu konkretnego obiektu. Instrukcja WTA Merkblatt 2-9-04 [2] powołuje się tu na instrukcję WTA Merkblatt 4-5-99 [3]. Jednymi z najważniejszych badań są:

- określenie przyczyn i wielkości zawilgocenia,
- oznaczenie stopnia obciążenia solami (ilościowa i jakościowa analiza soli),
- określenie stanu technicznego podłoża pod tynki renowacyjne.

Oznaczenie stopnia zasolenia muru umożliwia klasyfikację obciążenia szkodliwymi solami i jest podstawą do zaprojektowania układu i grubości warstw systemu tynków renowacyjnych. W **TABELI 4.1** podano graniczne wartości zasolenia według instrukcji WTA Merkblatt 2-9-04 [2]. Układ warstw systemu tynków renowacyjnych w zależności od stopnia zasolenia przedstawiono w **TABELI 4.2** oraz na **RYS. 4.1–4.3**.

Tynków renowacyjnych nie stosuje się jedynie w miejscu wysoleń, lecz na wydzielonej (także architektonicznie) strefie, w której znajdują się uszkodzenia ścian (np. na cokołach lub ścianach na wysokość pierwszej kondygnacji, ścianach piwnicznych). Szczegółowy obszar stosowania tynków renowacyjnych określa się na etapie diagnostyki, z uwzględnieniem zastrzeżeń, że nie można ich stosować w gruncie, na powierzchniach obciążonych wodą pod ciśnieniem, na powierzchniach przeznaczonych do wykończenia płytkami, tapetami itp. oraz w pomieszczeniach bez wentylacji.

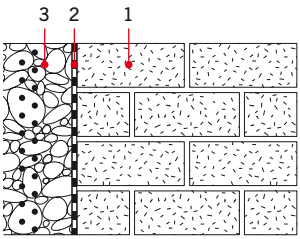
Rodzaj soli	Stopień zasolenia		
	niski	średni	wysoki
Azotany (NO_3^-)	<0,1	0,1–0,3	>0,3
Siarczany (SO_4^{2-})	<0,5	0,5–1,5	>1,5
Chlorki (Cl^-)	<0,2	0,2–0,5	>0,5

TABELA 4.1. **Stopnie zasolenia według instrukcji WTA Merkblatt 2-9-04 [2]**

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

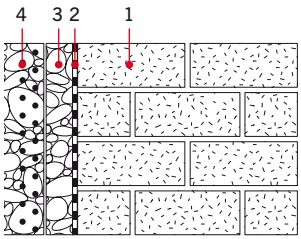
Stopień zasolenia	Układ warstw	Grubość [mm]
Niski	Obrzutka	≤5
	Tynk renowacyjny	≥20
Średni	Obrzutka	≤5
	Tynk renowacyjny (pierwsza warstwa)	≥10 i ≤20
	Tynk renowacyjny (druga warstwa)	≥10 i ≤20
Wysoki	Obrzutka	≤5
	Tynk podkładowy	≥10
	Tynk renowacyjny	≥15

TABELA 4.2. **Układ warstw systemu tynków renowacyjnych w zależności od stopnia zasolenia według instrukcji WTA Merkblatt 2-9-04** [2]



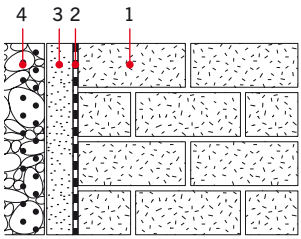
RYS. 4.1. **Układ warstw systemu tynków renowacyjnych stosowanego w sytuacji niskiego zasolenia;** *rys.: archiwum autora*

1 – mur, **2** – obrzutka, **3** – tynk renowacyjny



RYS. 4.2. **Układ warstw systemu tynków renowacyjnych stosowanego w sytuacji średniego zasolenia;** *rys.: archiwum autora*

1 – mur, **2** – obrzutka, **3** – tynk renowacyjny (pierwsza warstwa), **4** – tynk renowacyjny (druga warstwa)



RYS. 4.3. **Układ warstw systemu tynków renowacyjnych stosowanego w sytuacji wysokiego zasolenia;** *rys.: archiwum autora*

1 – mur, **2** – obrzutka, **3** – tynk podkładowy, **4** – tynk renowacyjny

4.1. SKŁADNIKI SYSTEMU TYNKÓW RENOWACYJNYCH

W systemie tynków renowacyjnych można wyróżnić następujące składniki podstawowe:

- obrzutkę,
- tynk podkładowy (magazynujący),
- tynk renowacyjny,

oraz uzupełniające:

- szpachlę wygładzającą,
- farby do wymalowań.

W poprzedniej instrukcji WTA Merkblatt 2-2-91 [**44**] dotyczącej systemu tynków renowacyjnych informowano o możliwości zastosowania specjalnych preparatów przekształcających sole rozpuszczalne w trudno rozpuszczalne. Aktualna instrukcja WTA Merkblatt 2-9-04 [**2**] nie zaleca jednak stosowania tego typu preparatów, ponieważ są one szkodliwe dla zdrowia i nie można nimi skutecznie zneutralizować azotanów.

W **TABELI 4.3** podano wymagania stawiane poszczególnym składnikom systemu.

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

Składnik systemu		Parametr		Wymogi według instrukcji WTA 2-9-04 [2]	Wymogi według normy PN-EN 998-1:2010 [45]	Metodyka badań *)
Obrzutka półkryjąca (pokrywająca maks. 50% powierzchni)		Grubość [mm]		≤0,5	–	–
Obrzutka całopowierzchniowa		Grubość [mm]		≤0,5		–
		Głębokość wnikania wody [mm]	po 1 godz.	>5	–	EN 1015-18
			po 24 godz.	na całej grubości	–	EN 1015-18
Tynk podkładowy	**Świeża zaprawa**	Konsystencja (rozpływ) [mm]		170±5	–	EN 1015-3
		Zawartość porów powietrza [%]		>20	Wartość deklarowana	EN 1015-7
		Czas zachowania własności roboczych [min]		–	Wartość deklarowana	EN 1015-9
	Stwardniała zaprawa	Gęstość [kg/m^3]		Wartość deklarowana	–	EN 1015-10
		Wytrzymałość na ściskanie [N/mm^2]		>Wytrzymałości na ściskanie tynku renowacyjnego	Kategoria CS II	EN 1015-11
		Przyczepność [N/mm^2]		–	Wartość deklarowana	EN 1015-12
		Symbol modelu pęknięcia		–	A, B lub C	EN 1015-12
		Absorpcja wody spowodowana podciąganiem kapilarnym w ciągu 24 godz. [kg/m^2]		–	≥0,3	EN 1015-18
		Absorpcja wody spowodowana podciąganiem kapilarnym w ciągu 24 godz. [kg/m^2] (badana na krążkach)		>1	–	DIN V 18550
		Głębokość wnikania wody [mm]		–	≤5	EN 1015-18

TABELA 4.3. **Wymagania stawiane poszczególnym składnikom systemu według instrukcji WTA Merkblatt 2-9-04 [2] oraz normy PN-EN 998-1:2010 [45]** »»

*) Numery norm podano w oryginalnym brzmieniu

Składnik systemu		Parametr		Wymogi według instrukcji WTA 2-9-04 [2]	Wymogi według normy PN-EN 998-1:2010 [45]	Metodyka badań *)
Tynk podkładowy	**Stwardniała zaprawa**	Głębokość wnikania wody [mm]		>5	–	p. 6.3.7. instr. WTA 2-9-04 [2]
		Współczynnik przepuszczalności pary wodnej μ		–	Wartość deklarowana	EN 1015-19
				<18	–	DIN 52615
		Porowatość [% obj.]	tynk stosowany jako podkładowy (magazynujący sole)	>45	–	p. 6.3.9. instr. WTA 2-9-04 [2]
			tynk stosowany tylko jako wyrównujący podłoże	>35	–	p. 6.3.9. instr. WTA 2-9-04 [2]
		Współczynnik przewodzenia ciepła [W/(m·K)]		–	Wartość tabelaryczna	EN 1745, tab. A.12
		Reakcja na ogień		–	Klasa	EN 13501-1
		Trwałość		–	Ocena i deklaracja na podstawie uznanych przepisów w miejscu przewidzianego stosowania zaprawy	EN 998-1
	Dodatkowe właściwości zaprawy nakładanej natryskowo	Zawartość porów powietrza [%]		Wartość deklarowana	–	EN 1015-7

»» TABELA 4.3. **Wymagania stawiane poszczególnym składnikom systemu według instrukcji WTA Merkblatt 2-9-04 [2] oraz normy PN-EN 998-1:2010 [45]** ««

*) Numery norm podano w oryginalnym brzmieniu

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

Składnik systemu		Parametr		Wymogi według instrukcji WTA 2-9-04 [2]	Wymogi według normy PN-EN 998-1:2010 [45]	Metodyka badań *)
Tynk podkładowy	**Dodatkowe właściwości zaprawy nakładanej natryskowo**	Gęstość świeżej zaprawy [kg/m³]		Wartość deklarowana	–	EN 1015-6
		Porowatość [% obj.]	tynk stosowany jako podkładowy (magazynujący sole)	>45	–	p. 6.3.9. instr. WTA 2-9-04 [2]
			tynk stosowany tylko jako wyrównujący podłoże	>35	–	p. 6.3.9. instr. WTA 2-9-04 [2]
Tynk renowacyjny	**Świeża zaprawa**	Konsystencja (rozpływ) [mm]		170±5	–	EN 1015-3
		Gęstość [kg/m³]		Wartość deklarowana	Wartość deklarowana	EN 1015-6
		Zawartość porów powietrza [%]		>25	Wartość deklarowana	EN 1015-7
		Zdolność zatrzymywania wody [%]		>85	–	DIN 18555-7
		Czas zachowania własności roboczych [min]		–	Wartość deklarowana	EN 1015-9
	Stwardniała zaprawa	Gęstość [kg/m³]		<1400	Wartość deklarowana	EN 1015-10
		Wytrzymałość na ściskanie [N/mm²]		Od 1,5 do 5	Kategoria CS II	EN 1015-11
		Wytrzymałość na zginanie przy rozciąganiu [N/mm²]		Wartość deklarowana	–	EN 1015-11

» TABELA 4.3. **Wymagania stawiane poszczególnym składnikom systemu według instrukcji WTA Merkblatt 2-9-04 [2] oraz normy PN-EN 998-1:2010 [45]** »

*) Numery norm podano w oryginalnym brzmieniu

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

Składnik systemu		Parametr	Wymogi według instrukcji WTA 2-9-04 [2]	Wymogi według normy PN-EN 998-1:2010 [45]	Metodyka badań *)
Tynk renowacyjny	**Stwardniała zaprawa**	Stosunek wytrzymałości na ściskanie do wytrzymałości na zginanie przy rozciąganiu	<3	–	p. 6.3.4. instr. WTA 2-9-04 [2]
		Przyczepność [N/mm²]	–	Wartość deklarowana	EN 1015-12
		Symbol modelu pęknięcia	–	A, B lub C	EN 1015-12
		Absorpcja wody spowodowana podciąganiem kapilarnym w ciągu 24 godz. [kg/m²]	–	≥0,3	EN 1015-18
		Absorpcja wody spowodowana podciąganiem kapilarnym w ciągu 24 godz. [kg/m²] (badana na krążkach)	>0,3	–	DIN V 18550
		Głębokość wnikania wody [mm]	<5	–	p. 6.3.7. instr. WTA 2-9-04 [2]
			–	≤5	EN 1015-18
		Współczynnik przepuszczalności pary wodnej μ (wsp. oporu dyfuzyjnego)	–	≤15	EN 1015-19
			<12	–	DIN 52615
		Porowatość [% obj.]	>40		p. 6.3.9. instr. WTA 2-9-04 [2]
		Odporność na sole	odporny		p. 6.3.10. instr. WTA 2-9-04 [2]
		Współczynnik przewodzenia ciepła [W/(m·K)]	–	Wartość tabelaryczna	EN 1745, tab. A.12

» TABELA 4.3. **Wymagania stawiane poszczególnym składnikom systemu według instrukcji WTA Merkblatt 2-9-04 [2] oraz normy PN-EN 998-1:2010 [45]** «

*) Numery norm podano w oryginalnym brzmieniu

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

Składnik systemu		Parametr	Wymogi według instrukcji WTA 2-9-04 [2]	Wymogi według normy PN-EN 998-1:2010 [45]	Metodyka badań *)
Tynk renowacyjny	**Stwardniała zaprawa**	Reakcja na ogień	–	Klasa	EN 13501-1
		Trwałość	–	Ocena i deklaracja na podstawie uznanych przepisów w miejscu przewidzianego stosowania zaprawy	EN 998-1
	Dodatkowe właściwości zaprawy nakładanej natryskowo	Zawartość porów powietrza [%]	Wartość deklarowana	–	EN 1015-7
		Gęstość świeżej zaprawy [kg/m^3]	Wartość deklarowana	–	EN 1015-6
		Porowatość [% obj.]	>40	–	p. 6.3.9. instr. WTA 2-9-04 [2]
Szpachle i wymalowania	**Wymalowania i powłoki wewnętrzne**	Zastępczy (porównawczy) opór dyfuzyjny S_d każdej warstwy [m]	<0,2	–	W WTA 2-9-04 nie sprecyzowano metodyki badań [2]
	Wymalowania i powłoki zewnętrzne	Zastępczy (porównawczy) opór dyfuzyjny S_d każdej warstwy [m]	<0,2	–	W WTA 2-9-04 nie sprecyzowano metodyki badań [2]
		Współczynnik nasiąkliwości powierzchniowej [kg/m^2·h$^{1/2}$] (wymalowania i powłoki)	<0,2	–	W WTA 2-9-04 nie sprecyzowano metodyki badań [2]
		Absorpcja wody spowodowana podciąganiem kapilarnym [kg/m^2·h$^{1/2}$] (mineralne szpachle)	<0,5	–	DIN V 18550

» TABELA 4.3. **Wymagania stawiane poszczególnym składnikom systemu według instrukcji WTA Merkblatt 2-9-04 [2] oraz normy PN-EN 998-1:2010 [45]**

*) Numery norm podano w oryginalnym brzmieniu

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

Potwierdzeniem skuteczności tynków renowacyjnych jest certyfikat WTA. Deklaracja zgodności z normą PN-EN 998-1:2010 [45] stanowi wymóg formalnoprawny, nie świadczy natomiast o skuteczności takiego tynku. Mając na uwadze jakość i skuteczność prac z zastosowaniem tynków renowacyjnych, należy stosować wyłącznie systemy materiałów posiadające aktualny certyfikat WTA.

Warstwą wygładzającą może być jedynie systemowa zaprawa szpachlowa spełniająca wymagania podane w **TABELI 4.3**. Do wymalowań stosuje się dyfuzyjne farby krzemianowe (silikatowe), silikonowe oraz wapienne. Powierzchnia tynku może być także hydrofobizowana impregnatami dyfuzyjnymi.

4.2. WYMAGANIA OGÓLNE STAWIANE PODŁOŻU POD PIERWSZĄ WARSTWĘ SYSTEMU

Ze względu na specyfikę prac związanych z wykonaniem tynków renowacyjnych przed rozpoczęciem konieczna jest ocena podłoża pod względem objawów korozji biologicznej, zwłaszcza obecności pleśni i grzybów domowych. Jeżeli stwierdzi się obecność grzybów domowych (grzybni, sznurów, owocników), należy wykonać ekspertyzę mykologiczną oraz zalecone w niej zabiegi odgrzybieniowe. Prace odgrzybieniowe muszą być skorelowane z pracami związanymi z wykonaniem tynków renowacyjnych – zagadnień tych nie można traktować oddzielnie.

Istniejące mury nie muszą spełniać aktualnych wymogów związanych z tolerancjami wymiarowymi, w zdecydowanej większości spełnienie tych wymagań jest technicznie niemożliwe, a ponadto niepotrzebne ze względów ekonomicznych (dokumentacja techniczna może narzucać tolerancje wymiarowe naprawianego podłoża, wówczas muszą one być przez nią podane, przykładowe tolerancje wymiarowe podano w **TABELACH 3.9**, **3.10** lub **3.12**).

Tynki renowacyjne z założenia stosowane są na podłoża wilgotne lub mokre, nie wolno zatem przyjmować wymagań wilgotnościowych jak dla budynków nowych. Za dopuszczalną temperaturę podłoża należy przyjąć od +5°C do +30°C (o ile producent systemu tynków nie zaleca inaczej). Na podłożu nie może tworzyć się jednak wilgoć kondensacyjna (jest to istotne zwłaszcza podczas prac wewnątrz), dlatego temperatura podłoża musi być wyższa przynajmniej o 3°C od punktu rosy.

4.3. WYKONANIE SYSTEMU TYNKÓW DLA WYSOKIEGO STOPNIA ZASOLENIA

Dla wysokiego stopnia zasolenia należy wykonać system tynków o układzie warstw przedstawionym na **RYS. 4.3.**

4.3.1. WYMAGANIA STAWIANE PODŁOŻU

System tynków renowacyjnych może być stosowany na podłożach, takich jak mur z elementów drobnowymiarowych (ceglany, z pustaków ceramicznych lub bloczków betonowych/żużlobetonowych itp.), mur kamienny i mieszany, beton/żelbet, oraz spełniających wymagania podane w dokumentacji projektowej.

Podłoże musi spełniać wymogi podane w rozdziale „Wymagania ogólne stawiane podłożu pod pierwszą warstwę systemu” (☞ 4.2) oraz wymagania podane w dokumentacji projektowej. Musi być czyste, stabilne, nośne, szorstkie (z otwartymi porami), bez zarysowań i spękań. Niedo-

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

puszczalne są tłuste plamy, zabrudzenia, wykwity, stare powłoki, wymalowania i inne substancje mogące powodować pogorszenie przyczepności.

4.3.2. PRZYGOTOWANIE PODŁOŻA

Wymogi dotyczące przygotowania podłoża są następujące:

» stare, zniszczone i zasolone tynki skuć do wysokości ok. 80 cm powyżej najwyższej widocznej linii zasolenia i/lub zawilgocenia (o ile dokumentacja techniczna nie zwiększa tego zakresu);

» skuć zmurszałą zaprawę i skorodowane, niestabilne fragmenty muru;

» wystające fragmenty cegieł/zaprawy/kamieni skuć/sfrezować, by nie powodowały pocienienia warstw systemu tynków renowacyjnych (**TABELA 4.2**);

» wykuć lub wydrapać skorodowaną zaprawę ze spoin na głębokość ok. 2 cm;

» dokładnie oczyścić powierzchnię metodami mechanicznymi lub ręcznymi, adekwatnymi do rodzaju podłoża oraz innych stwierdzonych zanieczyszczeń;

- usunąć luźne i niezwiązane cząstki, kurz i inne zanieczyszczenia za pomocą szczotek, mioteł, wody pod ciśnieniem (należy zwrócić uwagę, aby nie doprowadzić do niepotrzebnego zwilgocenia przegrody – zmywanie od góry) itp.;
- usunąć mechanicznie (np. przez piaskowanie lub przez zmycie wodą z dodatkiem detergentu) stare wymalowania, wykwity, zanieczyszczenia bitumiczne, tłuste plamy i inne tego typu zanieczyszczenia;
- usunąć wykwity solne, mchy, glony i porosty (ale nie: grzyby pleśniowe), np. przez szczotkowanie na sucho drucianą szczotką;
- grzyby pleśniowe usunąć zgodnie z zaleceniami dokumentacji technicznej i wykonać impregnację biobójczą. Zazwyczaj w pierwszej kolejności usuwa się widoczne warstwy grzybów pleśniowych (prace należy wykonywać w maseczce ochronnej i rękawiczkach gumowych/lateksowych). Zarodniki pleśni usuwa się zawsze na mokro, zdrapując nalot pleśni szczotką lub szpachelką, po naniesieniu pierwszej warstwy preparatu biobójczego. Następnie na całą zagrzybioną powierzchnię oraz pas o szer. ok. 50 cm z każdej strony trzeba nanieść preparat biobójczy i odczekać, aż wyschnie. Wtedy całą powierzchnię oczyszcza się mechanicznie, po czym powierzchnię ponownie zabezpiecza środkiem biobójczym. Impregnację biobójczą zaleca się powtórzyć po raz trzeci ze względu na cykl rozwoju zarodników (preparaty biobójcze nie działają na każde stadium rozwoju), przestrzegając przerw technologicznych zalecanych przez producenta preparatu biobójczego. Szczegółowy sposób wykonania impregnacji biobójczej podaje zawsze dokumentacja techniczna;

» gruz usunąć z terenu budowy – nie można dopuścić do kontaktu skutego, zasolonego gruzu ze zdrowymi elementami budynku;

» wykonać impregnację przeciwsolną (o ile jest ona przewidziana w dokumentacji). Sposób wykonania oraz czas przerw technologicznych podane są w dokumentacji technicznej. Preparaty przeciwsolne nakłada się przez malowanie lub natryskowo, zgodnie z wytycznymi producenta i odpowiednimi przepisami BHP. Środki te wymagają zwykle pewnego czasu reakcji, dlatego po nałożeniu i odczekaniu czasu podanego w instrukcji (zwykle 24–48 godz.) należy przetrzeć ścianę np. drucianą szczotką i usunąć kryształki soli;

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

4.1

4.2

4.3

4.4

4.5

FOT. 4.1–4.2. **Skutek nałożenia tynku renowacyjnego bez obrzutki;** *fot.: archiwum autora*

FOT. 4.3–4.4. **Błędne wykonanie obrzutki półkryjącej – powinna ona pokrywać równomiernie maks. 50% powierzchni;** *fot.: archiwum autora*

FOT. 4.5. **Obrzutka półkryjąca;** *fot.: archiwum autora*

» rysy i spękania naprawić metodą opisaną w dokumentacji, adekwatną do rodzaju podłoża (mur ceglany, kamienny), przyczyn powstania oraz szerokości rozwarcia (np. przez iniekcję, rozkucie i zasklepienie);

» wykute spoiny uzupełnić tynkiem podkładowym (sposób przygotowania materiału podano w rozdziale „Przygotowanie materiału” (☞ 4.3.4);

» na czystym i stabilnym podłożu wykonać obrzutkę poprawiającą przyczepność (**FOT. 4.1–4.2**). Wykonuje się ją ręcznie lub maszynowo, jako całopowierzchniową lub półkryjącą, zgodnie z zaleceniami dokumentacji technicznej i producenta systemu. Obrzutka nie może być grubsza niż 5 mm. Jeżeli jest półkryjąca (**FOT. 4.3–4.5**), musi mieć postać szprycu pokrywającego w sposób równomierny maks. 50% powierzchni. Uwaga: jeżeli obrzutka półkryjąca nakładana jest przed

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

reprofilacją spoin, nie może ich wypełniać. Sposób przygotowania zaprawy do wykonywania obrzutki podaje producent materiału. Należy bezwzględnie przestrzegać podanych ilości wody zarobowej oraz sposobu i czasu mieszania oraz czasu obróbki materiału (☞ 4.3.4.1);

» dopuszczalna temperatura powietrza podczas aplikacji obrzutki wynosi od +5°C do +30°C (o ile producent systemu tynków nie zaleca inaczej); na podłożu nie może tworzyć się jednak wilgoć kondensacyjna (jest to istotne zwłaszcza podczas prac prowadzonych wewnątrz).

4.3.3. KONTROLA STANU PODŁOŻA PRZED ROZPOCZĘCIEM PRAC

Przed rozpoczęciem prac należy wykonać następujące czynności kontrolne stanu podłoża:

» jeżeli jest to niezbędne, zbadać wilgotność podłoża za pomocą wilgotnościomierzy. Metody bezpośrednie (niszczące, wagowo-suszarkowe) oraz aparaty CM (metoda karbidowa) należy stosować w uzasadnionych przypadkach. Wilgotnościomierze do badań metodami pośrednimi powinny być kalibrowane do rodzaju podłoża. Obecność soli wpływa na błędy odczytu;

» zbadać temperaturę powietrza i podłoża za pomocą odpowiednich termometrów (dotyczy to zwłaszcza pomiaru temperatury podłoża w okresach wiosennym i jesiennym. Zaleca się, aby pomiar temperatury powierzchni podłoża był dokonywany termometrem przeznaczonym do pomiaru temperatury powierzchniowej. Pomiar powinien być wykonywany przy ustabilizowanej temperaturze, tzn. wtedy, gdy zmiana temperatury z upływem czasu jest niższa niż 1°C/5 min;

» sprawdzić czystość podłoża przez oględziny, próbę przetarcia, ścierania czy skrobania. Obecność środków antyadhezyjnych, zanieczyszczeń tłuszczowych itp. można wykryć np. przez próbę zwilżenia wodą oraz oględziny. Ocena wizualna polega na oględzinach podłoża w świetle rozproszonym, z odległości 1–1,5 m. Przykładowe metody sprawdzania stanu podłoża według wytycznych ITB [**32**] podano w **TABELI 3.14**;

» sprawdzić poprawność wykonania zabiegów biobójczych i impregnacji przeciwsolnej przez porównanie przebiegu prac z wymaganiami z dokumentacji technicznej;

» sprawdzić tolerancje wymiarowe podłoża, jeżeli są wymagane, np. przez przyłożenie łaty lub rozciągnięcie żyłki; wyniki należy porównać z wymaganiami podanymi w rozdziale „Wymagania ogólne stawiane podłożu pod pierwszą warstwę systemu" (☞ 4.2);

» sprawdzić poprawność napraw rys i spękań przede wszystkim przez oględziny i porównanie z dokumentacją;

» sprawdzić poprawność wykonania obrzutki przede wszystkim przez oględziny i porównanie z wymogami z dokumentacji. W przypadku obrzutki całopowierzchniowej należy delikatnie opukać drewnianym młotkiem losowo wybrane miejsca. Głuchy odgłos świadczy o odspajaniu się warstwy obrzutki od podłoża.

4.3.4. PRZYGOTOWANIE MATERIAŁU

4.3.4.1. OBRZUTKA

Zaprawę do wykonywania obrzutki należy zarobić wodą w ilości podanej przez producenta. Masę miesza się przez kilka minut mieszarką wolnoobrotową z mieszadłem koszyczkowym do uzyskania jednorodnej masy o żądanej konsystencji, możliwej do nakładania kielnią lub natryskowo (o ile

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

producent nie zaleca inaczej). Jeżeli producent zaleca mieszanie w dwóch etapach (z przerwą 1–2 min), należy tego bezwzględnie przestrzegać.

Niedopuszczalne jest pozostawienie w masie grudek, zbryleń, smug czy innych wizualnych objawów niedostatecznego wymieszania.

Należy przygotowywać tyle materiału, ile może być zużyte w ciągu tzw. czasu obrabialności podanego w karcie technicznej lub na etykiecie.

4.3.4.2. TYNK PODKŁADOWY I RENOWACYJNY

Podczas przygotowywania tynku podkładowego oraz tynku renowacyjnego należy ściśle przestrzegać szczegółowej instrukcji znajdującej się w karcie technicznej produktu. Dotyczy to rodzaju betoniarek/mieszarek, mieszadeł, czasu i sposób mieszania itp. Złe zarobienie mieszanki skutkuje jej mniejszą porowatością, co przekłada się bezpośrednio na zmniejszenie trwałości tynku renowacyjnego. Stosowanie betoniarek wolnospadowych dopuszczalne jest tylko wówczas, gdy taką metodę mieszania akceptuje producent materiału.

Jeśli tynk nakładany jest natryskowo, mieszanie może następować w agregacie natryskowym. Należy wtedy przestrzegać zaleceń producenta materiału oraz producenta agregatu.

FOT. 4.6. **Przyrząd do mierzenia zawartości porów powietrza w świeżej zaprawie;** *fot.: archiwum autora*

Po zarobieniu materiału należy sprawdzić, czy jego porowatość jest odpowiednia. Można to uczynić albo przez pomiar zawartości porów powietrza w świeżej zaprawie za pomocą specjalnego przyrządu (**FOT. 4.6**), albo przez pomiar gęstości zaprawy gotowej do zastosowania (np. przez pomiar ciężaru 1 dm^3 zaprawy) i porównanie z wymaganiami karty technicznej. Niedopuszczalne jest stosowanie tynku o zbyt małej lub zbyt dużej porowatości. Nieodpowiednie (zbyt małe) napowietrzenie skutkuje brakiem możliwości krystalizacji soli w porach tynku. Kontrola musi być wykonywana na każdej zarobionej partii materiału.

Niedopuszczalne jest pozostawienie w masie grudek, zbryleń, smug i innych wizualnych objawów niedostatecznego wymieszania.

Należy przygotowywać tyle materiału, ile może być zużyte w ciągu tzw. czasu obrabialności podanego w karcie technicznej lub na etykiecie.

4.3.4.3. SZPACHLA WYGŁADZAJĄCA

Zaprawę należy przygotować analogicznie do zaleceń dotyczących obrzutki (☞ 4.3.4.1).

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

4.3.5. APLIKACJA SYSTEMU

Temperatura powietrza podczas aplikacji systemu powinna wynosić od +5°C do +30°C (o ile producent systemu tynków nie zaleca inaczej). Na powierzchni nie może tworzyć się wilgoć kondensacyjna (jest to istotne zwłaszcza podczas prac wewnątrz).

System tynków nie może stykać się z gruntem – należy pozostawić szczelinę.

FOT. 4.7. **Po wykonaniu obrzutki (12–24 godz.) należy nałożyć warstwę systemu tynków renowacyjnych, w przeciwnym razie może dojść do pojawienia się kryształków soli;** *fot.: archiwum autora*

4.3.5.1. TYNK PODKŁADOWY

Tynk należy przygotować zgodnie z wymaganiami opisanymi w rozdziale „Tynk podkładowy i renowacyjny" (☞ 4.3.4.2). Nakłada się go na ścianę bezpośrednio po związaniu i stwardnieniu obrzutki (zwykle po 12–24 godz.), chyba że producent systemu wymaga metody „mokre na mokre". Nie wolno odkładać tych prac na później ze względu na niebezpieczeństwo pojawienia się wykwitów soli (**FOT. 4.7**). W odniesieniu do obrzutki szybkowiążącej długość przerwy technologicznej określa producent.

Grubość warstwy powinna być zgodna z wartościami podanymi w **TABELI 4.2**. Jeżeli tynki układane są maszynowo, należy bezwzględnie przestrzegać wytycznych producenta dotyczących agregatów tynkarskich, mieszarek, pomp tłoczących, średnicy i długości węży, typów i średnicy dysz.

FOT. 4.8. **Po nałożeniu i wstępnym wyrównaniu tynku podkładowego jego powierzchnię należy uszorstnić przez przeciągnięcie poziomo pacą lub listwą z zębami;** *fot.: archiwum autora*

Jeżeli stosuje się siatkę zbrojącą (bezwzględnie z materiałów odpornych na korozję), jej miejsce, sposób wbudowania i zamocowania muszą wynikać z zaleceń dokumentacji projektowej oraz producenta systemu.

Po nałożeniu i wstępnym wyrównaniu tynku podkładowego jego powierzchnię należy uszorstnić przez przeciągnięcie poziomo pacą lub listwą z zębami (**FOT. 4.8**).

4.3.5.2. KONTROLA PODCZAS NAKŁADANIA TYNKU PODKŁADOWEGO

Podczas nakładania tynku podkładowego należy sprawdzać:

- czy materiały odpowiadają wymaganiom dokumentacji projektowej;
- datę przydatności materiałów do zastosowania oraz stan opakowań (w uzasadnionych przypadkach należy sprawdzić sposób przechowywania i/lub przewożenia materiałów);

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

Kategoria tynku	Odchylenie powierzchni tynku od płaszczyzny i odchylenie krawędzi od linii prostej	Odchylenie powierzchni i krawędzi od kierunku		Odchylenie przecinających się płaszczyzn od kąta w dokumentacji projektowej
		pionowego*)	poziomego	
II **) ***)	≤4 mm na długości łaty kontrolnej 2 m	≤3 mm na długości 1 m	≤4 mm na długości 1 m i ogółem ≤10 mm na długości ściany	≤1 mm na długości 1 m
III ***)	≤3 mm i w liczbie ≤3 na długości łaty kontrolnej 2 m	≤2 mm na 1 m i ogółem ≤4 mm w pomieszczeniach do 3,5 m wysokości oraz ≤6 mm w pomieszczeniach wyższych	≤3 mm na długości 1 m i ogółem ≤6 mm na powierzchni ściany	≤3 mm na długości 1 m
IV ****)	≤2 mm i w liczbie ≤2 na długości łaty kontrolnej 2 m	≤1,5 mm na 1 m i ogółem ≤3 mm w pomieszczeniach do 3,5 m wysokości oraz ≤4 mm w pomieszczeniach wyższych	≤2 mm na długości 1 m i ogółem ≤3 mm na powierzchni ściany	≤2 mm na długości 1 m

TABELA 4.4. **Dopuszczalne odchyłki wymiarów zewnętrznych oraz powierzchni tynków według wytycznych ITB [32]**

*) W odniesieniu do tynków zewnętrznych dopuszczalne odchylenie od pionu nie może być większe niż 10 mm na wysokości kondygnacji
**) W odniesieniu do tynków podkładowych stosowanych przy wysokim stopniu zasolenia
***) W odniesieniu do tynków renowacyjnych
****) W odniesieniu do szpachli wygładzających

» jeżeli tynk nakładany jest natryskowo, bezpośrednio przed rozpoczęciem prac należy sprawdzić, czy osprzęt odpowiada zaleceniom producenta systemu;
» wygląd zewnętrzny materiałów (ocena wizualna);
» warunki cieplno-wilgotnościowe za pomocą odpowiednich termometrów i higrometrów. W razie ryzyka pojawienia się punku rosy należy przerwać prace lub podjąć czynności zmierzające do poprawy warunków cieplno-wilgotnosciowych;
» czas zużycia materiału (każdego przygotowanego zarobu);
» grubość nakładanej warstwy (jeżeli nie stosuje się listew drewnianych lub pasów kierunkowych, kontrola polega na bieżącym sprawdzaniu zużycia materiału na danej powierzchni);
» poprawność zastosowania wkładki zbrojącej (jeżeli jest stosowana) – przez oględziny i porównanie z wymaganiami dokumentacji technicznej;
» poprawność wykonania i wyprofilowania krawędzi, styków, dylatacji itp. – przez oględziny i porównanie z zaleceniami producenta i wymogami dokumentacji technicznej;
» tolerancje i odchyłki wymiarowe – zgodnie z **TABELĄ 3.12** lub **TABELĄ 4.4**.

4.3.5.3. PIELĘGNACJA TYNKU PODKŁADOWEGO

Po nałożeniu tynk podkładowy należy chronić przed zbyt silnym wpływem ciepła (przed intensywnym nasłonecznieniem), przesuszeniem (silnym wiatrem), deszczem, mrozem, wodą gruntową lub pod ciśnieniem. Można do tego używać typowych środków jak siatki, maty itp.

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

Podczas wiązania i schnięcia (za szybkość wysychania w warunkach normalnych przyjmuje się 1 mm na dobę) należy zapewnić odpowiednie warunki cieplno-wilgotnościowe – temperaturę zgodną z zaleceniami podanymi w rozdziale „Wymagania ogólne stawiane podłożu pod pierwszą warstwę systemu" (☞ 4.2) oraz względną wilgotność powietrza nie wyższą niż 65%.

4.3.5.4. KONTROLA PRZED NAKŁADANIEM TYNKU RENOWACYJNEGO

Przed nakładaniem kolejnej warstwy systemu, czyli tynku renowacyjnego, należy skontrolować:

» wygląd powierzchni – niedopuszczalne są spękania, zarysowania, plamy i wykwity;

» zespolenie tynku podkładowego z podłożem – przez delikatne opukiwanie drewnianym młotkiem w 3 dowolnie wybranych miejscach na każde 10–20 m^2 zaizolowanej powierzchni, niedopuszczalny jest głuchy odgłos świadczący o odspojeniu się izolacji od podłoża;

» tolerancje i odchyłki wymiarowe – zgodnie z **TABELĄ 3.12** lub **TABELĄ 4.4**;

» czas sezonowania – w warunkach normalnych przyjmuje się szybkość wysychania 1 mm grubości na 1 dobę; w przypadku tynków szybkowiążących należy przestrzegać wytycznych producenta;

» czystość powierzchni tynku podkładowego – luźne i niezwiązane cząstki, kurz i inne zanieczyszczenia usunąć za pomocą szczotek, mioteł, sprężonego powietrza, zmycie wodą itp.

4.3.5.5. TYNK RENOWACYJNY

Tynk należy przygotować zgodnie z zaleceniami podanymi w rozdziale „Tynk podkładowy i renowacyjny" (☞ 4.3.4.2) i nakładać na czystą i wysezonowaną warstwę tynku podkładowego. Grubość warstwy powinna być zgodna z wartościami podanymi w **TABELI 4.2**. Jeżeli materiał układany jest maszynowo, należy bezwzględnie przestrzegać wytycznych producenta dotyczących agregatów tynkarskich, mieszarek, pomp tłoczących, średnicy i długości węży, typów i średnicy dysz.

Jeżeli stosuje się siatkę zbrojącą (bezwzględnie z materiałów odpornych na korozję), jej miejsce, sposób wbudowania i zamocowania muszą wynikać z zaleceń dokumentacji projektowej oraz producenta systemu.

Niedopuszczalne jest zacieranie na gładko powierzchni tynku renowacyjnego, a jedynie delikatne przegładzenie.

4.3.5.6. KONTROLA PODCZAS NAKŁADANIA TYNKU RENOWACYJNEGO

Podczas nakładania tynku renowacyjnego należy sprawdzić:

» czy materiały odpowiadają wymaganiom dokumentacji projektowej;

» datę przydatności materiałów do zastosowania oraz stan opakowań (w uzasadnionych przypadkach sprawdzić sposób przechowywania i/lub przewożenia materiałów);

» w sytuacji nakładania natryskowego bezpośrednio przed rozpoczęciem prac należy upewnić się, że osprzęt odpowiada zaleceniom producenta systemu;

» wygląd zewnętrzny materiałów, wizualnie;

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

» warunki cieplno-wilgotnościowe za pomocą odpowiednich termometrów i higrometrów. W razie ryzyka pojawienia się punku rosy przerwać prace lub podjąć czynności zmierzające do poprawy warunków cieplno-wilgotnościowych;
» czas zużycia materiału (każdego przygotowanego zarobu);
» grubość nakładanej warstwy – jeżeli nie stosuje się listew drewnianych lub pasów kierunkowych, kontrola polega na bieżącym sprawdzaniu zużycia materiału na konkretnej powierzchni;
» poprawność zastosowania wkładki zbrojącej (jeżeli jest stosowana – przez oględziny i porównanie z wymaganiami dokumentacji technicznej);
» poprawność wykonania i wyprofilowania krawędzi, styków, dylatacji itp. (przez oględziny i porównanie z zaleceniami producenta i wymogami dokumentacji technicznej);
» tolerancje i odchyłki wymiarowe – zgodnie z **TABELĄ 3.12** lub **TABELĄ 4.4**.

4.3.5.7. PIELĘGNACJA TYNKU RENOWACYJNEGO

Tynk renowacyjny należy pielęgnować tak samo jak tynk pokładowy. Szczegółowe wymagania podano w rozdziale „Pielęgnacja tynku podkładowego” (☞ 4.3.5.3).

4.3.5.8. KONTROLA PO ZWIĄZANIU TYNKU RENOWACYJNEGO

Po związaniu tynku renowacyjnego należy skontrolować:
» wygląd powierzchni: niedopuszczalne są spękania, zarysowania, plamy i wykwity;
» zespolenie tynku renowacyjnego z podłożem – przez delikatne opukiwanie drewnianym młotkiem w 3 dowolnie wybranych miejscach na każde 10–20 m^2 zaizolowanej powierzchni, niedopuszczalny jest głuchy odgłos świadczący o odspojeniu się izolacji od podłoża;
» tolerancje i odchyłki wymiarowe – zgodnie z **TABELĄ 3.12** lub **TABELĄ 4.4**.

4.3.5.9. KONTROLA PRZED NAKŁADANIEM ZAPRAWY WYGŁADZAJĄCEJ

Przed nakładaniem zaprawy wygładzającej należy dodatkowo sprawdzić:
» czas sezonowania – w warunkach normalnych przyjmuje się szybkość wysychania 1 mm grubości na 1 dobę, w przypadku tynków szybkowiążących należy przestrzegać wytycznych producenta;
» czystość powierzchni tynku renowacyjnego – luźne i niezwiązane cząstki, kurz i inne zanieczyszczenia usunąć za pomocą szczotek, mioteł, sprężonego powietrza, zmycia wodą itp.

4.3.5.10. ZAPRAWA (SZPACHLA) WYGŁADZAJĄCA

Zaprawę należy przygotować zgodnie z wymaganiami podanymi w rozdziale „Szpachla wygładzająca” (☞ 4.3.4.3). Nakłada się ją na czystą i wysezonowaną warstwę tynku renowacyjnego. Konieczne może być zagruntowanie lub zwilżenie podłoża, jeżeli zaleca to producent systemu. Grubość nakładanej warstwy szpachli wygładzającej określona jest w karcie technicznej stosowanego materiału.

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

Jeżeli szpachlę układa się maszynowo, należy bezwzględnie przestrzegać wytycznych producenta dotyczących agregatów tynkarskich, mieszarek, pomp tłoczących, średnicy i długości węży, typów i średnicy dysz.

Jeżeli system tynków renowacyjnych wykonywany jest na wydzielonej architektonicznie powierzchni (np. do poziomu okien/stropu), zastosowanie zaprawy wygładzającej umożliwia uzyskanie takiej samej faktury powierzchni elewacji.

4.3.5.11. KONTROLA PODCZAS NAKŁADANIA SZPACHLI WYGŁADZAJĄCEJ

Podczas nakładania szpachli wygładzającej należy sprawdzać:

- czy materiały odpowiadają wymaganiom dokumentacji projektowej;
- datę przydatności materiałów do zastosowania oraz stan opakowań (w uzasadnionych przypadkach należy sprawdzić sposób przechowywania i/lub przewożenia materiałów);
- jeżeli materiał nakładany jest natryskowo, bezpośrednio przed rozpoczęciem prac należy sprawdzić, czy osprzęt odpowiada zaleceniom producenta systemu;
- wygląd zewnętrzny materiałów;
- warunki cieplno-wilgotnościowe za pomocą odpowiednich termometrów i higrometrów (w razie pojawienia się punku rosy należy przerwać prace lub podjąć czynności zmierzające do poprawy warunków cieplno-wilgotnościowych);
- czas zużycia materiału (w odniesieniu do każdego przygotowanego zarobu szpachli);
- grubość nakładanej warstwy szpachli – kontrola polega na bieżącym sprawdzaniu zużycia materiału na konkretnej powierzchni;
- tolerancje i odchyłki wymiarowe – zgodnie z **TABELĄ 3.12** lub **TABELĄ 4.4**.

4.3.5.12. PIELĘGNACJA ZAPRAWY WYGŁADZAJĄCEJ

Zaprawę wygładzającą należy pielęgnować tak samo jak tynk pokładowy. Szczegółowe wymagania podano w rozdziale ☞ 4.3.5.3.

4.3.5.13. KONTROLA PO ZWIĄZANIU ZAPRAWY WYGŁADZAJĄCEJ

Po związaniu zaprawy wygładzającej należy sprawdzić:

- wygląd powierzchni – niedopuszczalne są spękania, zarysowania, plamy i wykwity;
- zespolenie zaprawy wygładzającej z podłożem – przez delikatne opukiwanie drewnianym młotkiem w 3 dowolnie wybranych miejscach na każde 10–20 m^2 zaizolowanej powierzchni, niedopuszczalny jest głuchy odgłos świadczący o odspojeniu się izolacji od podłoża;
- tolerancje i odchyłki wymiarowe – zgodnie z **TABELĄ 3.12** lub **TABELĄ 4.4**.

4.3.5.14. KONTROLA PRZED WYKONANIEM WYMALOWAŃ

Przed wykonaniem wymalowań należy dodatkowo sprawdzić:

- czas sezonowania podłoża. Jeżeli wymalowanie jest wykonywane na powierzchni tynku renowacyjnego, czas sezonowania jest zgodny z wymaganiami podanymi w rozdziale dotyczącym

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

kontroli przed nakładaniem zaprawy wygładzającej (☞ 4.3.5.9). W odniesieniu do zaprawy wygładzającej za czas sezonowania należy przyjąć 1 dobę na 1 mm grubości, lecz nie krócej niż 5–7 dni (o ile producent nie zaleca inaczej);
» czystość podłoża – luźne i niezwiązane cząstki, kurz i inne zanieczyszczenia usunąć za pomocą szczotek, mioteł, sprężonego powietrza, zmycia wodą itp.

4.3.5.15. WYKONYWANIE WYMALOWAŃ OCHRONNYCH

Wymogi dotyczące wymalowania ochronnego są następujące:
» farbę nakładać na czystą i wysezonowaną warstwę tynku renowacyjnego lub szpachli wygładzającej. Konieczne może być zagruntowanie podłoża, jeżeli zaleca to producent;
» jeżeli farba nakładana jest natryskowo, bezwzględnie należy przestrzegać wytycznych producenta dotyczących agregatów malarskich, typów i średnicy dysz itp.;
» na wydzielonej architektonicznie powierzchni zawsze stosować materiał z tej samej partii produkcyjnej.

4.3.5.16. KONTROLA PODCZAS WYKONYWANIA WYMALOWAŃ

Podczas wykonywania wymalowań należy sprawdzać:
» czy materiały odpowiadają wymaganiom dokumentacji projektowej;
» datę przydatności materiałów do zastosowania oraz stan opakowań (w uzasadnionych przypadkach należy sprawdzić sposób przechowywania i/lub przewożenia materiałów);
» jeżeli materiał nakłada się natryskowo, bezpośrednio przed rozpoczęciem prac należy sprawdzić, czy osprzęt odpowiada zaleceniom producenta systemu;
» wygląd zewnętrzny materiałów;
» warunki cieplno-wilgotnościowe za pomocą odpowiednich termometrów i higrometrów. W razie ryzyka pojawienia się punku rosy przerwać prace lub podjąć czynności zmierzające do poprawy warunków cieplno-wilgotnościowych;
» liczbę nakładanych warstw.

4.3.5.17. PIELĘGNACJA WYMALOWAŃ

Wymalowania należy chronić przed wpływem opadów atmosferycznych aż do momentu wyschnięcia.

4.3.5.18. KONTROLA PO WYSCHNIĘCIU WYMALOWAŃ

Po wyschnięciu wymalowań należy sprawdzać:
» wygląd powierzchni – niedopuszczalne są zarysowania, plamy i wykwity;
» jednolitość koloru i odcienia powłoki.

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

4.4. WYKONANIE SYSTEMU TYNKÓW DLA ŚREDNIEGO STOPNIA ZASOLENIA

Dla średniego stopnia zasolenia należy wykonać system tynków o układzie warstw przedstawionym na **RYS. 4.2**. Dopuszczalne jest wykonanie systemu tynków według **RYS. 4.3**.

4.4.1. WYMAGANIA STAWIANE PODŁOŻU

Obowiązują zasady podane w części dotyczącej wymagań stawianych podłożu dla wysokiego stopnia zasolenia muru (☞ 4.3.1).

4.4.2. PRZYGOTOWANIE PODŁOŻA

Obowiązują zasady podane w części dotyczącej przygotowania podłoża dla wysokiego stopnia zasolenia muru (☞ 4.3.2). Z zastrzeżeniem, że wykute spoiny mogą być także uzupełnione tynkiem renowacyjnym.

4.4.3. KONTROLA STANU PODŁOŻA PRZED ROZPOCZĘCIEM PRAC

Obowiązują zasady podane w części dotyczącej kontroli stanu podłoża przed rozpoczęciem prac dla wysokiego stopnia zasolenia muru (☞ 4.3.3).

4.4.4. PRZYGOTOWANIE MATERIAŁU

4.4.4.1. OBRZUTKA

Obowiązują zasady podane w części dotyczącej przygotowania obrzutki dla wysokiego stopnia zasolenia muru (☞ 4.3.4.1).

4.4.4.2. TYNK RENOWACYJNY

Obowiązują zasady podane w części dotyczącej przygotowania tynku renowacyjnego dla wysokiego stopnia zasolenia muru (☞ 4.3.4.2).

4.4.4.3. SZPACHLA WYGŁADZAJĄCA

Obowiązują zasady podane w części dotyczącej przygotowanie zaprawy dla wysokiego stopnia zasolenia muru (☞ 4.3.4.3).

4.4.5. APLIKACJA SYSTEMU

Obowiązują zasady podane w części dotyczącej aplikacji systemu dla wysokiego stopnia zasolenia muru (☞ 4.3.5).

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

4.4.5.1. TYNK RENOWACYJNY – PIERWSZA WARSTWA

Obowiązują zasady analogiczne do podanych w części dotyczącej aplikacji tynku podkładowego dla wysokiego stopnia zasolenia muru (☞ 4.3.5.1).

4.4.5.2. KONTROLA PODCZAS NAKŁADANIA PIERWSZEJ WARSTWY TYNKU RENOWACYJNEGO

Obowiązują zasady analogiczne do podanych w części dotyczącej tynku podkładowego dla wysokiego stopnia zasolenia muru (☞ 4.3.5.2).

4.4.5.3. PIELĘGNACJA PIERWSZEJ WARSTWY TYNKU RENOWACYJNEGO

Obowiązują zasady analogiczne do podanych w części dotyczącej pielęgnacji tynku podkładowego dla wysokiego stopnia zasolenia muru (☞ 4.3.5.3).

4.4.5.4. KONTROLA PRZED NAKŁADANIEM DRUGIEJ WARSTWY TYNKU RENOWACYJNEGO

Obowiązują zasady analogiczne do podanych w części dotyczącej kontroli przed nakładaniem tynku renowacyjnego dla wysokiego stopnia zasolenia muru (☞ 4.3.5.4).

4.4.5.5. TYNK RENOWACYJNY – DRUGA WARSTWA

Obowiązują zasady analogiczne do podanych w części dotyczącej tynku renowacyjnego dla wysokiego stopnia zasolenia muru (☞ 4.3.5.5).

4.4.5.6. KONTROLA PODCZAS NAKŁADANIA DRUGIEJ WARSTWY TYNKU RENOWACYJNEGO

Obowiązują zasady analogiczne do podanych w części dotyczącej kontroli podczas nakładania tynku renowacyjnego dla wysokiego stopnia zasolenia muru (☞ 4.3.5.6).

4.4.5.7. PIELĘGNACJA DRUGIEJ WARSTWY TYNKU RENOWACYJNEGO

Obowiązują zasady analogiczne do podanych w części dotyczącej pielęgnacji tynku podkładowego dla wysokiego stopnia zasolenia muru (☞ 4.3.5.3).

4.4.5.8. KONTROLA PO ZWIĄZANIU TYNKU RENOWACYJNEGO

Obowiązują zasady podane w części dotyczącej kontroli po związaniu tynku renowacyjnego dla wysokiego stopnia zasolenia muru (☞ 4.3.5.8).

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

4.4.5.9. KONTROLA PRZED NAKŁADANIEM ZAPRAWY WYGŁADZAJĄCEJ

Obowiązują zasady podane w części dotyczącej kontroli przed nakładaniem zaprawy wygładzającej dla wysokiego stopnia zasolenia muru (☞ 4.3.5.9).

4.4.5.10. ZAPRAWA (SZPACHLA) WYGŁADZAJĄCA

Obowiązują zasady podane w części dotyczącej zaprawy wygładzającej dla wysokiego stopnia zasolenia muru (☞ 4.3.5.10).

4.4.5.11. KONTROLA PODCZAS NAKŁADANIA SZPACHLI WYGŁADZAJĄCEJ

Obowiązują zasady podane w części dotyczącej kontroli podczas nakładania szpachli wygładzającej dla wysokiego stopnia zasolenia muru (☞ 4.3.5.11).

4.4.5.12. PIELĘGNACJA ZAPRAWY WYGŁADZAJĄCEJ

Obowiązują zasady podane w części dotyczącej pielęgnacji zaprawy wygładzającej dla wysokiego stopnia zasolenia muru (☞ 4.3.5.12).

4.4.5.13. KONTROLA PO ZWIĄZANIU ZAPRAWY WYGŁADZAJĄCEJ

Obowiązują zasady podane w części dotyczącej kontroli po związaniu zaprawy wygładzającej dla wysokiego stopnia zasolenia muru (☞ 4.3.5.13).

4.4.5.14. KONTROLA PRZED WYKONANIEM WYMALOWAŃ

Obowiązują zasady podane w części dotyczącej kontroli przed wykonaniem wymalowań dla wysokiego stopnia zasolenia muru (☞ 4.3.5.14).

4.4.5.15. WYKONYWANIE WYMALOWAŃ OCHRONNYCH

Obowiązują zasady podane w części dotyczącej wymalowań ochronnych dla wysokiego stopnia zasolenia muru (☞ 4.3.5.15).

4.4.5.16. KONTROLA PODCZAS WYKONYWANIA WYMALOWAŃ

Obowiązują zasady podane w części dotyczącej kontroli podczas wykonywania wymalowań dla wysokiego stopnia zasolenia muru (☞ 4.3.5.16).

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

4.4.5.17. PIELĘGNACJA WYMALOWAŃ

Obowiązują zasady podane w części dotyczącej pielęgnacji wymalowań dla wysokiego stopnia zasolenia muru (☞ 4.3.5.17).

4.4.5.18. KONTROLA PO WYSCHNIĘCIU WYMALOWAŃ

Obowiązują zasady podane w części dotyczącej kontroli po wyschnięciu wymalowań dla wysokiego stopnia zasolenia muru (☞ 4.3.5.18).

4.5. WYKONANIE SYSTEMU TYNKÓW DLA NISKIEGO STOPNIA ZASOLENIA

Dla niskiego stopnia zasolenia należy wykonać system tynków o układzie warstw przedstawionym na **RYS. 4.1**. Dopuszczalne jest wykonanie systemu tynków według **RYS. 4.2** lub **RYS. 4.3**.

4.5.1. WYMAGANIA STAWIANE PODŁOŻU

Obowiązują zasady podane w części dotyczącej przygotowania podłoża dla wysokiego stopnia zasolenia muru (☞ 4.3.1).

4.5.2. PRZYGOTOWANIE PODŁOŻA

Obowiązują zasady podane w części dotyczącej przygotowania podłoża dla wysokiego stopnia zasolenia muru (☞ 4.3.2), z zastrzeżeniem, że wykute spoiny mogą być także uzupełnione tynkiem renowacyjnym.

4.5.3. KONTROLA STANU PODŁOŻA PRZED ROZPOCZĘCIEM PRAC

Obowiązują zasady podane w części dotyczącej kontroli stanu podłoża przed rozpoczęciem prac dla wysokiego stopnia zasolenia muru (☞ 4.3.3).

4.5.4. PRZYGOTOWANIE MATERIAŁU

4.5.4.1. OBRZUTKA

Obowiązują zasady podane w części dotyczącej przygotowania obrzutki dla wysokiego stopnia zasolenia muru (☞ 4.3.4.1).

4.5.4.2. TYNK RENOWACYJNY

Obowiązują zasady podane w części dotyczącej przygotowania tynku renowacyjnego dla wysokiego stopnia zasolenia muru (☞ 4.3.4.2).

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

4.5.4.3. SZPACHLA WYGŁADZAJĄCA

Obowiązują zasady podane w części dotyczącej przygotowania szpachli wygładzającej dla wysokiego stopnia zasolenia muru (☞ 4.3.4.3).

4.5.5. APLIKACJA SYSTEMU

Obowiązują zasady analogiczne do podanych w części dotyczącej aplikacji systemu dla wysokiego stopnia zasolenia muru (☞ 4.3.5).

4.5.5.1. TYNK RENOWACYJNY

Tynk należy przygotować zgodnie z wymaganiami dotyczącymi tynku podkładowego i renowacyjnego dla wysokiego stopnia zasolenia muru (☞ 4.3.4.2). Materiał nakłada się na ścianę bezpośrednio po związaniu i stwardnieniu obrzutki (zwykle po 12–24 godz.), chyba że producent systemu wymaga metody „mokre na mokre". Nie wolno odkładać nakładania tynku renowacyjnego na później ze względu na niebezpieczeństwo pojawienia się wykwitów soli (**FOT. 4.7**). W przypadku stosowania obrzutki szybkowiążącej długość przerwy technologicznej określa producent.

Grubość warstwy powinna być zgodna z wartościami podanymi w **TABELI 4.2**. Jeżeli tynki układane są maszynowo, należy bezwzględnie przestrzegać wytycznych producenta dotyczących agregatów tynkarskich, mieszarek, pomp tłoczących, średnicy i długości węży, typów i średnicy dysz.

Jeżeli stosuje się siatkę zbrojącą (bezwzględnie z materiałów odpornych na korozję), jej miejsce, sposób wbudowania i zamocowania muszą wynikać z zaleceń dokumentacji projektowej oraz producenta systemu.

Niedopuszczalne jest zacieranie na gładko powierzchni tynku renowacyjnego, a jedynie delikatne przegładzenie powierzchni tynku.

4.5.5.2. KONTROLA PODCZAS NAKŁADANIA TYNKU RENOWACYJNEGO

Obowiązują zasady analogiczne do podanych w części dotyczącej kontroli podczas nakładania tynku renowacyjnego dla wysokiego stopnia zasolenia muru (☞ 4.3.5.6).

4.5.5.3. PIELĘGNACJA TYNKU RENOWACYJNEGO

Obowiązują zasady analogiczne do podanych w części dotyczącej pielęgnacji tynku renowacyjnego dla wysokiego stopnia zasolenia muru (☞ 4.3.5.3).

4.5.5.4. KONTROLA PO ZWIĄZANIU TYNKU RENOWACYJNEGO

Obowiązują zasady podane w części dotyczącej kontroli po związaniu tynku renowacyjnego dla wysokiego stopnia zasolenia muru (☞ 4.3.5.8).

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

4.5.5.5. KONTROLA PRZED NAKŁADANIEM ZAPRAWY WYGŁADZAJĄCEJ

Obowiązują zasady podane w części dotyczącej kontroli przed nakładaniem zaprawy wygładzającej dla wysokiego stopnia zasolenia muru (☞ 4.3.5.9).

4.5.5.6. ZAPRAWA (SZPACHLA) WYGŁADZAJĄCA

Obowiązują zasady podane w części dotyczącej zaprawy wygładzającej dla wysokiego stopnia zasolenia muru (☞ 4.3.5.10).

4.5.5.7. KONTROLA PODCZAS NAKŁADANIA SZPACHLI WYGŁADZAJĄCEJ

Obowiązują zasady podane w części dotyczącej kontroli podczas nakładania zaprawy wygładzającej dla wysokiego stopnia zasolenia muru (☞ 4.3.5.11).

4.5.5.8. PIELĘGNACJA ZAPRAWY WYGŁADZAJĄCEJ

Obowiązują zasady podane w części dotyczącej pielęgnacji zaprawy wygładzającej dla wysokiego stopnia zasolenia muru (☞ 4.3.5.3).

4.5.5.9. KONTROLA PO ZWIĄZANIU ZAPRAWY WYGŁADZAJĄCEJ

Obowiązują zasady podane w części dotyczącej kontroli po związaniu zaprawy wygładzającej dla wysokiego stopnia zasolenia muru (☞ 4.3.5.12).

4.5.5.10. KONTROLA PRZED WYKONANIEM WYMALOWAŃ

Obowiązują zasady podane w części dotyczącej kontroli przed wykonaniem wymalowań dla wysokiego stopnia zasolenia muru (☞ 4.3.5.14).

4.5.5.11. WYKONYWANIE WYMALOWAŃ OCHRONNYCH

Obowiązują zasady podane w części dotyczącej wymalowań ochronnych dla wysokiego stopnia zasolenia muru (☞ 4.3.5.15).

4.5.5.12. KONTROLA PODCZAS WYKONYWANIA WYMALOWAŃ

Obowiązują zasady podane w części dotyczącej kontroli podczas wykonywania wymalowań dla wysokiego stopnia zasolenia muru (☞ 4.3.5.16).

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

4.5.5.13. PIELĘGNACJA WYMALOWAŃ

Obowiązują zasady podane w części dotyczącej pielęgnacji wymalowań dla wysokiego stopnia zasolenia muru (☞ 4.3.5.17).

4.5.5.14. KONTROLA PO WYSCHNIĘCIU WYMALOWAŃ

Obowiązują zasady podane w części dotyczącej kontroli po wyschnięciu wymalowań dla wysokiego stopnia zasolenia muru (☞ 4.3.5.18).

4.6. BADANIA STWARDNIAŁEJ ZAPRAWY TYNKARSKIEJ W OBIEKCIE

Zgodnie z instrukcją WTA Merkblatt 2-9-04 [2], w razie wystąpienia problemów lub uszkodzeń tynku możliwe jest wykonanie badania stwardniałej zaprawy tynkarskiej na obiekcie. Badania kontrolne (**TABELA 4.5**) należy przeprowadzać na próbkach pobranych bezpośrednio z obiektu (np. wyciętych). Materiał należy szczelnie zapakować bezpośrednio po pobraniu. Program badań kontrolnych należy ustalać zawsze indywidualnie, przy wielowarstwowej budowie systemu, oddzielnie dla każdej warstwy.

Parametr	Wymagania odnośnie tynku podkładowego WTA	Wymagania odnośnie tynku renowacyjnego WTA
Grubość warstwy	Zgodnie z kartą techniczną produktu i dokumentacją projektową	Zgodnie z kartą techniczną produktu i dokumentacją projektową
Wilgotność	Brak wymagań	Brak wymagań
Gęstość	Brak wymagań	<1,5 kg/m***)
Wytrzymałość na ściskanie	>Wytrzymałości na ściskanie tynku renowacyjnego	1,5–5 N/mm*)
Absorpcja wody spowodowana podciąganiem kapilarnym	>1 kgm**)	>0,3 kgm**)
Głębokość wnikania wody	>5 mm	<5 mm***)
Porowatość (% obj.)	>40% – tynk stosowany jako podkładowy (magazynujący sole) >30% – tynk stosowany tylko jako wyrównujący podłoże	>35%

TABELA 4.5. **Wskazówki dotyczące badań stwardniałego tynku renowacyjnego na obiekcie zgodnie z WTA Merkblatt 2-9-04 [2]**

*) Ze względu na różne warunki twardnienia wartość ta może być przekroczona
**) Określana na stronie próbki zwróconej do podłoża
***) Przy zasolonych próbkach kryterium może nie być spełnione

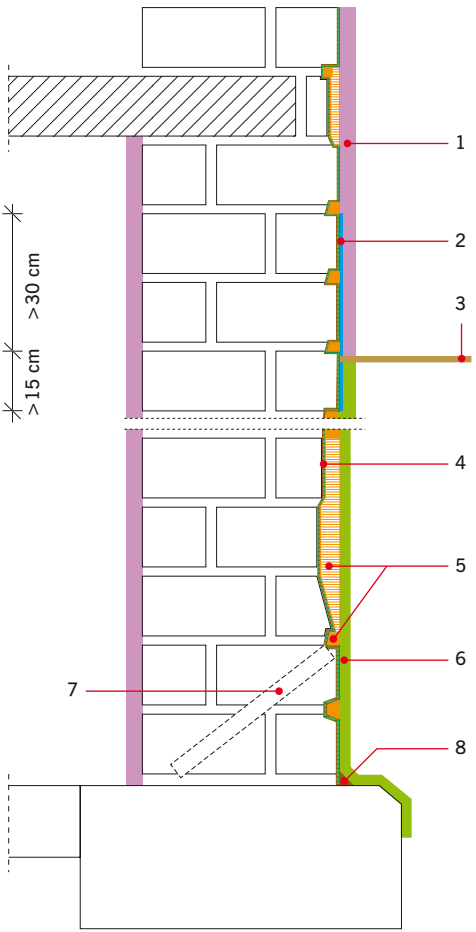
Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

5. DETALE I PRACE UZUPEŁNIAJĄCE

5.1. DETALE

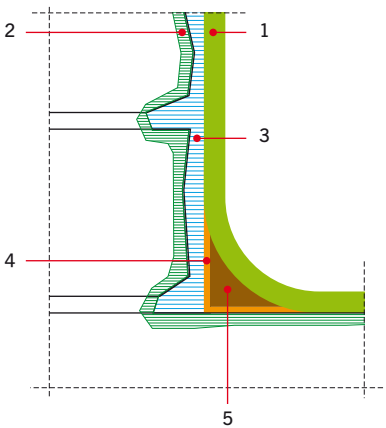
5.1.1. WTÓRNA IZOLACJA ZEWNĘTRZNA (POWŁOKOWA)

Przykłady wykonania detali wtórnej izolacji zewnętrznej pokazano na **RYS. 5.1–5.7**.



RYS. 5.1. Wtórna izolacja pionowa z masy KMB; *rys.: archiwum autora*

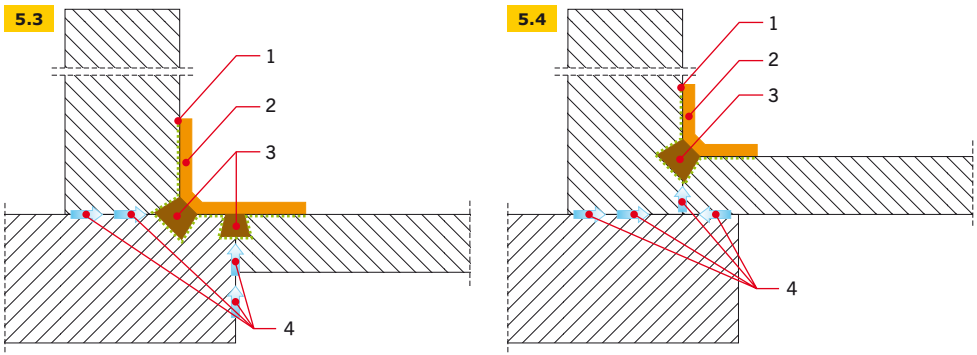
1 – system tynków renowacyjnych WTA, **2** – szlam uszczelniający, **3** – poziom terenu, **4** – oczyszczenie podłoża, **5** – systemowa zaprawa wyrównująco-renowacyjna, **6** – uszczelnienie z powłoki bitumicznej (KMB), **7** – przepona pozioma, **8** – systemowa zaprawa uszczelniająca (faseta)



RYS. 5.2. Wtórna izolacja pionowa z masy KMB – styk ława fundamentowa–ściana; *rys.: archiwum autora*

1 – uszczelnienie z powłoki bitumicznej (KMB), **2** – oczyszczenie podłoża, **3** – systemowa zaprawa wyrównująco-renowacyjna, **4** – sztywny szlam uszczelniający lub szpachlówka uszczelniająca, **5** – systemowa zaprawa uszczelniająca (do wykonania fasety, nakładana metodą „mokre na mokre")

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613



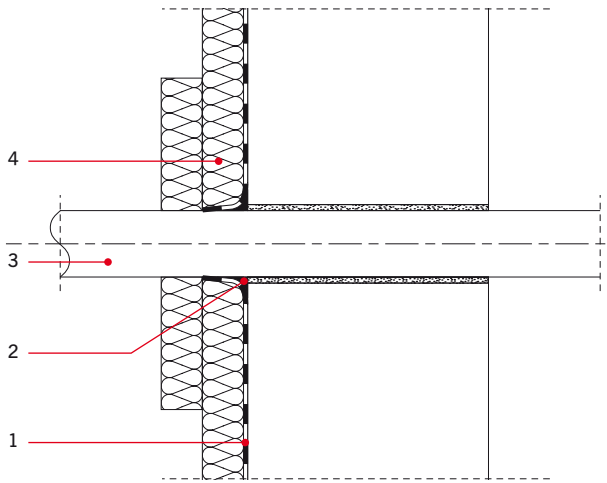
RYS. 5.3–5.4. **Schemat uszczelnienia styku posadzki ze ścianą;** *rys.: archiwum autora*

1 – przygotowanie powierzchni, **2** – szlam uszczelniający, **3** – klin z systemowej zaprawy uszczelniającej, **4** – przecieki

Rysunek nie pokazuje izolacji zewnętrznej oraz przepony poziomej

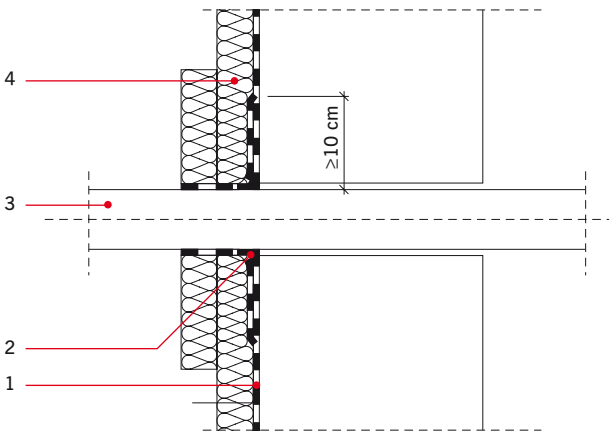
RYS. 5.5. **Wtórna izolacja pionowa z masy KMB – uszczelnienie przejścia rurowego;** *rys.: [20]*

1 – płyty ochronne, **2** – stabilnie obsadzona rura instalacyjna, **3** – faseta uszczelniająca (o $R_{maks.}$ = 2 cm) z uszczelniającej masy bitumicznej, **4** – grubowarstwowa, dwuskładnikowa bitumiczna masa uszczelniająca (KMB)

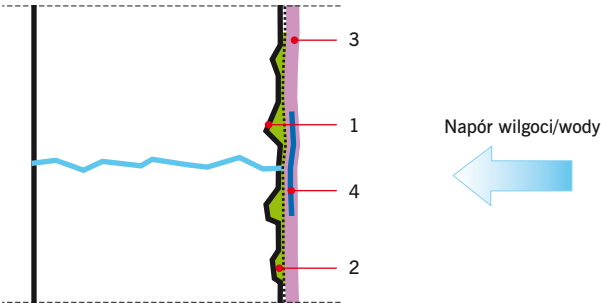


RYS. 5.6. **Wtórna izolacja pionowa ze szlamu elastycznego – uszczelnienie przejścia rurowego;** *rys.: [38]*

1 – płyty ochronne, **2** – stabilnie obsadzona rura instalacyjna, **3** – faseta i uszczelnienie z grubowarstwowej, dwuskładnikowej, bitumicznej masy uszczelniającej (KMB), **4** – cienkowarstwowa zaprawa uszczelniająca (szlam)



Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

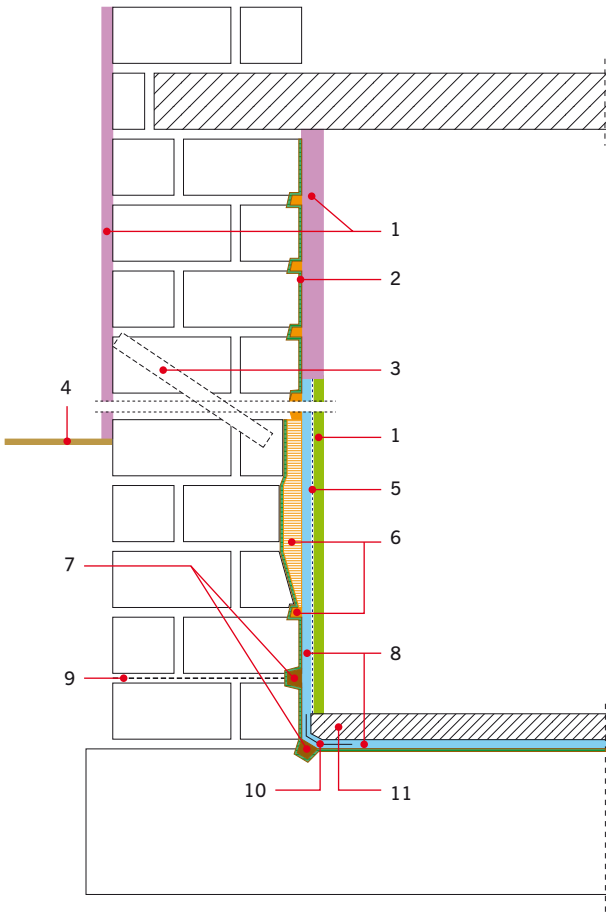


RYS. 5.7. **Wtórna izolacja pionowa ze szlamu lub masy KMB – uszczelnienie rysy;**
rys.: archiwum autora

1 – przygotowanie powierzchni, **2** – systemowa zaprawa naprawczo-renowacyjna, **3** – masa KMB lub szlam uszczelniający, **4** – taśma uszczelniająca

5.1.2. WTÓRNA IZOLACJA PIONOWA TYPU WANNOWEGO

Przykłady wykonania detali pokazano na **RYS. 5.8–5.13**.



RYS. 5.8. **Wtórna izolacja pionowa typu wannowego;**
rys.: archiwum autora

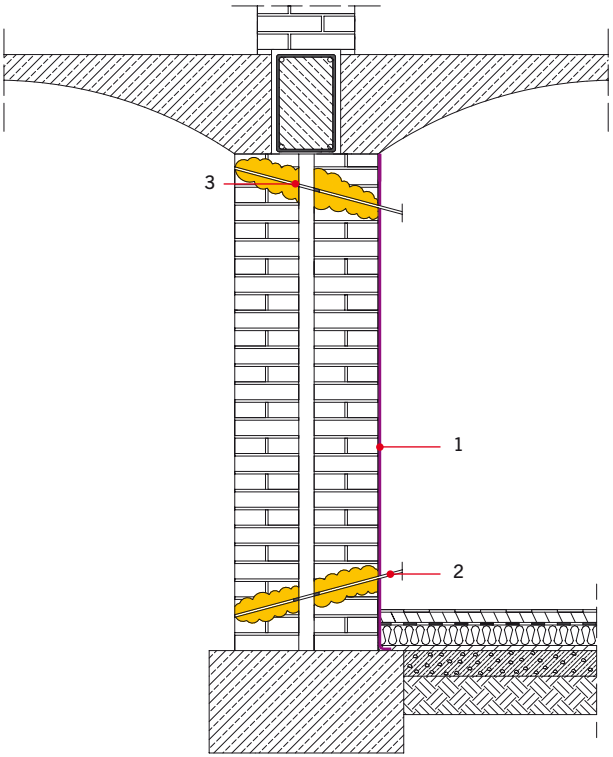
1 – tynk renowacyjny, **2** – przygotowanie podłoża, **3** – przepona pozioma, **4** – poziom terenu, **5** – obrzutka, **6** – systemowa zaprawa wyrównująco-renowacyjna, **7** – systemowa zaprawa uszczelniająca, **8** – szlam uszczelniający, **9** – stara izolacja, **10** – taśma uszczelniająca (opcjonalnie), **11** – warstwa posadzki

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

RYS. 5.9. **Schemat połączenia wtórnej izolacji pionowej typu wannowego ściany warstwowej z przeponą poziomą;** *rys.: C. Magott*

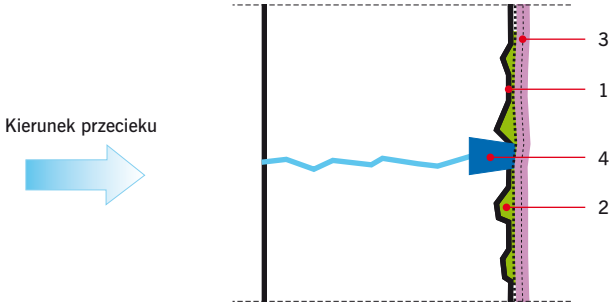
1 – mineralna izolacja powłokowa, **2** – lanca iniekcyjna, **3** – uszczelnienia

Detal nie pokazuje połączenia izolacji pionowej (1) z izolacją posadzki

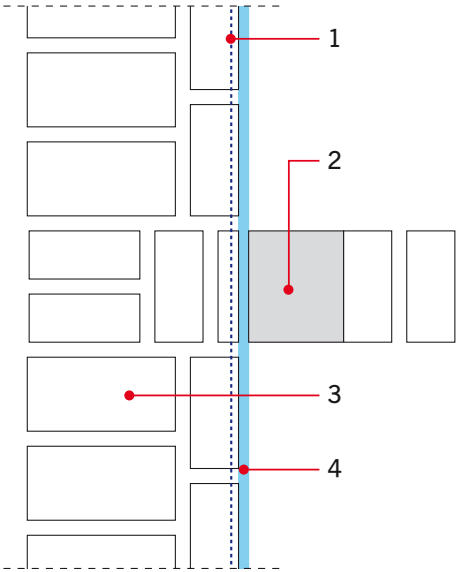


RYS. 5.10. **Wtórna izolacja pionowa typu wannowego ze szlamu – uszczelnienie rysy;** *rys.: archiwum autora*

1 – przygotowanie powierzchni, **2** – systemowa zaprawa naprawczo-renowacyjna, **3** – szlam uszczelniający, **4** – systemowa zaprawa uszczelniająca

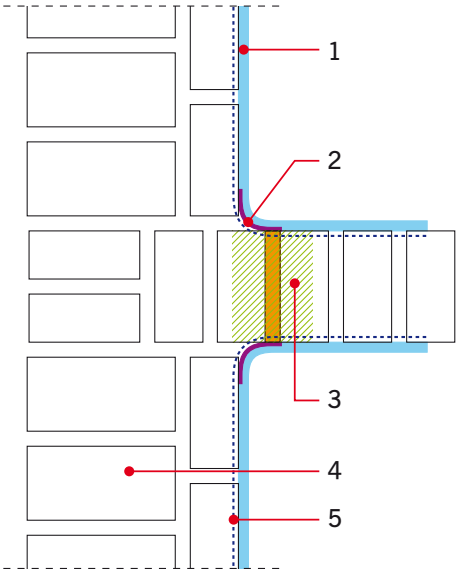


Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613



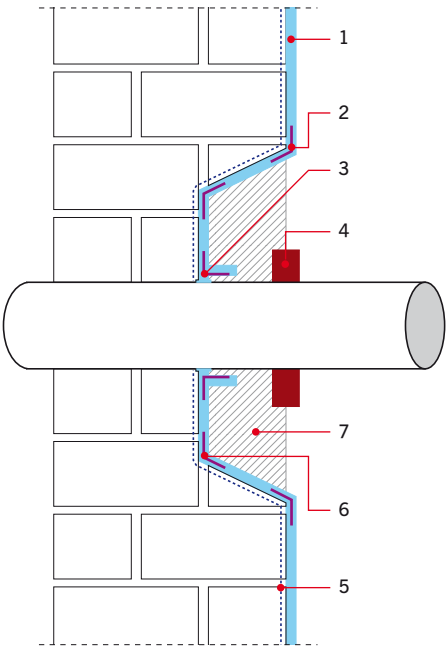
RYS. 5.11. **Wtórna izolacja pionowa typu wannowego – sposób odizolowania ścian wewnętrznych;**
rys.: archiwum autora

1 – przygotowanie powierzchni, **2** – przemurowany fragment ściany, **3** – istniejący mur, **4** – szlam uszczelniający



RYS. 5.12. **Wtórna izolacja pionowa typu wannowego – sposób odizolowania ścian wewnętrznych;**
rys.: archiwum autora

1 – szlam uszczelniający, **2** – taśma uszczelniająca (ew. wyoblenie), **3** – uszczelnienie metodą iniekcji, **4** – istniejący mur, **5** – przygotowanie powierzchni



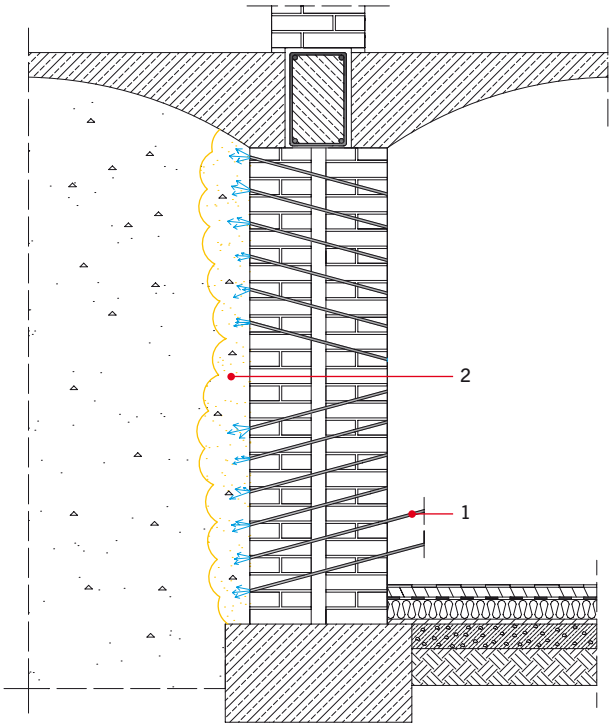
RYS. 5.13. **Wtórna izolacja pionowa typu wannowego – sposób uszczelnienia przejścia rurowego;**
rys.: archiwum autora

1 – szlam uszczelniający, **2** – taśma uszczelniająca, **3** – kołnierz uszczelniający (ew. wyoblenie), **4** – elastyczna masa uszczelniająca, **5** – przygotowanie powierzchni, **6** – taśma uszczelniająca (ew. faseta), **7** – wodoszczelna zaprawa reprofilacyjna

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

5.1.3. INIEKCJA KURTYNOWA

Przykładowe miejsce wykonywania iniekcji kurtynowej przedstawiono na **RYS. 5.14**.

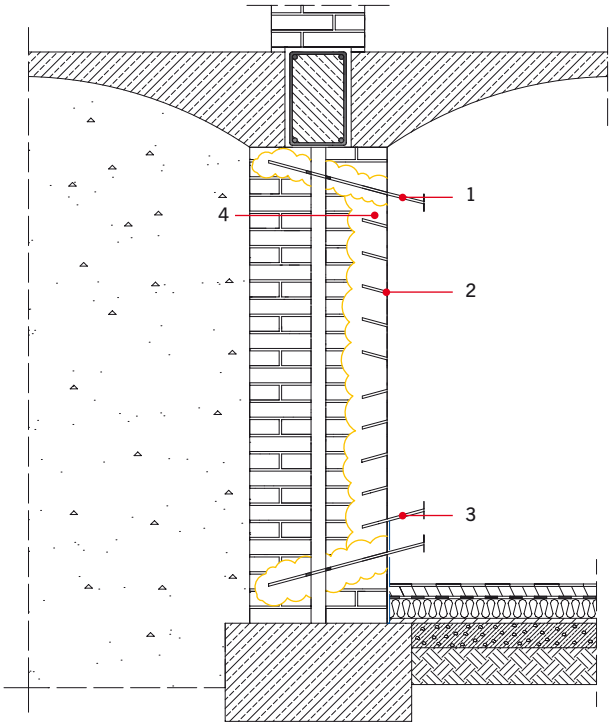


RYS. 5.14. **Iniekcja kurtynowa;**
rys.: C. Magott
1 – iniektor,
2 – materiał tworzący zewnętrzną izolację pionową

Detal nie pokazuje sposobu połączenia izolacji pionowej z izolacją posadzki

5.1.4. INIEKCJA STRUKTURALNA

Przykładowe miejsce iniekcji strukturalnej przedstawiono na **RYS. 5.15**.



RYS. 5.15. **Iniekcja strukturalna;**
rys.: C. Magott
1 – lanca iniekcyjna do wykonywania przepony poziomej, **2** – zabezpieczenie w postaci siatki hydrofobowej, **3** – iniektor, **4** – uszczelnienia

Detal nie pokazuje sposobu połączenia izolacji pionowej z izolacją posadzki

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

5.2. INIEKCJE USZCZELNIAJĄCE

5.2.1. DOBÓR INIEKTU

O doborze materiału iniekcyjnego decydują cel iniekcji i warunki jej przeprowadzania. Trzeba brać pod uwagę także stan przegrody i cechy materiału, z którego została zbudowana, rodzaj i przebieg rys, szerokość i zmienność rozwarcia, warunki cieplno-wilgotnościowe, obecność wilgoci lub wody oraz warunki użytkowania obiektu. W **TABELI 5** podano zasady doboru materiałów iniekcyjnych.

Iniekty na bazie epoksydów są dwuskładnikowymi preparatami stosowanymi do rys suchych lub (rzadziej) lekko wilgotnych, o ustabilizowanej szerokości rozwarcia (zmiana szerokości rozwarcia rysy nie powinna przekraczać 0,03 mm). Zawierają niskocząsteczkowy roztwór żywicy epoksydowej oraz utwardzacz. Charakteryzują się niewielką elastycznością i wysokimi parametrami wytrzymałościowymi, dlatego należy pamiętać o ryzyku miejscowego przesztywnienia iniekowanego elementu.

Iniekty na bazie żywic poliuretanowych stosowane są do iniekcji i uszczelnień rys wilgotnych i mokrych oraz przewodzących wodę. Ze względu na elastyczność poliuretanów po związaniu są chętnie stosowane także do rys o nieustabilizowanej szerokości rozwarcia oraz do napraw konstrukcji murowych. W zależności od składników i modyfikatorów mogą mieć różne właściwości. Jednoskładnikowe (z modyfikowanymi izocyjanianami i katalizatorami) silnie pienią się w kontakcie z wilgocią. Stosuje się je do tamowania wycieków wody. Produktem ubocznym re-

Rodzaj iniektu	Stan rysy		Obciążenie po wykonaniu iniekcji		Uwagi
	Wilgotny	Przewodzący wodę	Wilgocią gruntową	Wodą bezciśnieniową lub wodą pod ciśnieniem	
Krzemiany	+	+	+	+ (tylko w kombinacji z materiałami na bazie cementu)	Tylko do rys o ustabilizowanej szerokości
Cementy	+	+	+	+ (tylko w kombinacji z materiałami krzemianowymi)	Tylko do rys o ustabilizowanej szerokości
Żywice epoksydowe	+ (w ograniczonym zakresie)	–	+	–	Tylko do rys o ustabilizowanej szerokości
Żywice poliuretanowe	+	+	+	+	
Żele akrylowe lub poliuretanowe	+	+	+	+	

TABELA 5. **Zasady doboru materiałów iniekcyjnych podczas wykonywania uszczelnień [6]**

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

akcji spieniania jest dwutlenek węgla, którego ciśnienie dodatkowo zwiększa penetrację polimeru w podłoże. Dwuskładnikowe, na bazie polieteropolioli i izocyjanianów, mają mniejszą podatność do spieniania i najczęściej stosowane są do iniekcji wtórnych – doszczelniających oraz do wypełniania rys suchych i zawilgoconych.

Iniekty cementowe oraz mikrocementowe umożliwiają iniekcję rys o szerokości rozwarcia odpowiednio od 2 mm i od 0,1 mm. W połączeniu z agregatami pianotwórczymi otrzymuje się tzw. iniekty spienione, stosowane do napraw murów w obiektach zabytkowych (a więc murów o dużym przekroju) oraz do murów warstwowych lub z pustką powietrzną. Mają właściwości tiksotropowe, doskonale penetrują nawet drobne rysy i spękania.

Iniekty polimerowo-cementowe są zazwyczaj dwuskładnikowymi preparatami zawierającymi cement, modyfikatory, wypełniacze oraz płynne roztwory kopolimerów akrylu lub emulsje butadienowo-styrenowe. Obecność tworzyw sztucznych (polimerów) zwiększa przyczepność do ścianek rysy oraz elastyczność związanego iniektu. Jednoskładnikowe iniekty polimerowo-cementowe zawierają redyspergowalne tworzywa sztuczne, dlatego miesza się je tylko z wodą.

Hydrożele (na bazie poliakryloamidów) są wieloskładnikowymi preparatami pozwalającymi na wykonywanie uszczelnień w grunt, uszczelnień strukturalnych oraz uszczelnień dylatacji i rys (☞ 3.7.2). Ich żelowanie rozpoczyna się dopiero w obecności wody. Przed rozpoczęciem fazy żelowania materiał ma niską lepkość, pozwalająca na wnikanie w głąb podłoży mineralnych. Początek fazy żelowania i jej czas można regulować proporcjami mieszania składników preparatu. Mają dobrą przyczepność do suchych i mokrych podłoży mineralnych. Są odporne na rozcieńczone kwasy, alkalia oraz sole występujące w obiektach budowlanych. Wysuszenie ściany nie powoduje utraty właściwości uszczelniających. Nawet całkowicie wyschnięty materiał zachowuje pewną elastyczność i tworzy trwałą warstwę uszczelniającą. Ponowny kontakt z wodą powoduje pęcznienie materiału i powrót do poprzedniej elastyczności. Jest to proces odwracalny. Mogą zawierać mikrowypełniacze dodatkowo stabilizujące żel. Hydrożele mogą być barwione w celu kontroli poprawności przeprowadzanej iniekcji. Po pewnym czasie zabarwienie zanika.

5.2.2. INIEKCJE ZAMYKAJĄCE ORAZ USZCZELNIAJĄCE RYSY I PĘKNIĘCIA

Tego typu iniekcje są pracami miejscowymi, możliwe jest zatem, że w obrębie jednej przegrody zostaną zastosowane różne preparaty iniekcyjne. Dobór materiału do iniekcji i sposób jej przeprowadzenia powinien umożliwiać wypełnienie całej objętości rysy.

Do czynności związanych z iniekcją należą:

- określenie typu rysy: powierzchniowa, konstrukcyjna,
- określenie przebiegu rys,
- określenie szerokości rozwarcia rys,
- określenie zmian szerokości rozwarcia rys,
- określenie wilgotności – rysa sucha, wilgotna, przeciekająca,
- określenie zanieczyszczeń rysy (jeżeli występują),
- dobór środka iniekcyjnego (**TABELA 5**),
- określenie rodzaju, sposobu osadzenia i rozmieszczenia końcówek iniekcyjnych (naklejane, wbijane, osadzane w nawierconych otworach),
- określenie sposobu powierzchniowego uszczelnienia rysy,

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

- dobór metody i parametrów iniekcji (czasu, ciśnienia),
- przygotowanie (oczyszczenie) rysy,
- obsadzenie pakerów,
- przeprowadzenie iniekcji,
- usunięcie końcówek.

W renowacjach najczęściej stosuje się następujące metody iniekcji:

- niskociśnieniową – stosowana ze względu na niewielkie wymagania w stosunku do sprzętu tłoczącego (ciśnienie do 0,4 MPa), do iniekcji żywicami epoksydowymi i poliuretanowymi oraz zaczynami cementowymi i mikrocementowymi. Nie nadaje się do iniekcji rys o szerokości poniżej 0,5 mm oraz do iniekcji w murach grubych (>50 cm). Pewną odmianą iniekcji niskociśnieniowej jest iniekcja grawitacyjna;
- średniociśnieniową – ciśnienie do 0,8 MPa – stosowana do iniekcji z żywic epoksydowych, poliuretanowych oraz zaczynów mikrocementowych, w rysy o szer. do 1 mm. Stosowana przede wszystkim w murach o gr. > 50 cm, do iniekcji uszczelniających przy przeciekach wody pod ciśnieniem, do iniekcji doszczelniających oraz do iniekcji szerokich rys (>1 mm) za pomocą zaczynów cementowych.

Odpowiednie ciśnienie jest jednym z najważniejszych parametrów w procesie iniekcji, decydującym o skuteczności wykonywanych robót. Większe ciśnienie skraca czas iniekcji i zwiększa zdolności penetracyjne iniektu, jednak po przekroczeniu tzw. ciśnienia krytycznego wzrasta ryzyko powstawania nowych uszkodzeń i rys. Zalecaną metodą jest niskie ciśnienie i długi czas, przy czym należy to zawsze odnosić do zamierzonego efektu oraz cech materiałów iniekcyjnych.

Zbyt duże ciśnienie iniekcji może ponadto spowodować tzw. burzliwy przepływ iniektu, co prawie zawsze jest zjawiskiem niekorzystnym. W przypadku iniekcji rys o zmiennej szerokości rozwarcia, przy zbyt długim czasie wiązania iniektu zmiana szerokości rozwarcia może nastąpić przed uzyskaniem przez iniekt odpowiedniej elastyczności i przyczepności do ścianek rysy. Skutkiem będzie przerwanie jego ciągłości. Taki sam efekt daje stosowanie zbyt sztywnego iniektu.

Iniekty epoksydowe są z reguły wrażliwe na obecność wilgoci/wody w rysie (zaburza ona proces wiązania żywicy). W przypadku iniekcji zaczynami cementowymi w razie źle dobranych parametrów procesu woda może powodować miejscowe zawyżenia proporcji woda – cement w iniekcie. Poliuretany w obecności wody silnie się pienią. Po zakończeniu tej reakcji następuje skurcz materiału, zarówno chemiczny, jak i wskutek ochłodzenia się iniektu (podczas procesu sieciowania wydziela się zawsze pewna ilość ciepła, powodująca podwyższenie temperatury w obszarze iniektowanej rysy). Korzystne jest więc dodatkowe doiniekowanie rysy. Należy zaznaczyć, że hydrożele nie spieniają się w obecności wody.

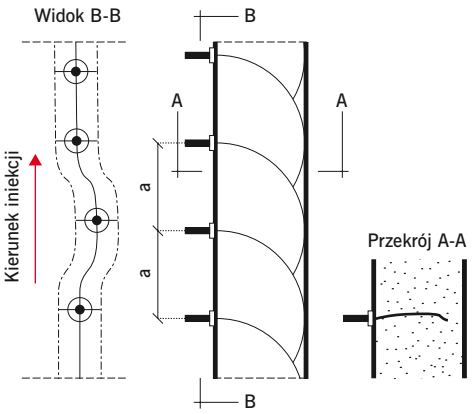
Jako końcówki iniekcyjne stosuje się: końcówki wkręcane, klejone oraz wbijane, jednokrotnego bądź wielokrotnego użytku. Jeżeli wykorzystuje się pakery klejone, wymagane jest staranne oczyszczenie powierzchni, przeszlifowanie i odkurzenie, musi być ona ponadto sucha i stabilna. Do klejenia pakerów najczęściej stosuje się szybkowiążące kleje epoksydowe. Odstęp między pakerami (**RYS. 5.16**) zależy od grubości naprawianego elementu, głębokości iniektowanej rysy oraz jej szerokości. Nie może być większy niż głębokość rysy lub grubość elementu (decyduje mniejsza wielkość). Przyjmuje się, że w odniesieniu do rysy o szerokości rozwarcia do 0,2 mm włącznie odstęp nie może być większy niż 15 cm, przy szerokości rozwarcia rysy niemniejszej niż 1 mm odstęp między pakerami może wynosić nawet 50 cm.

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

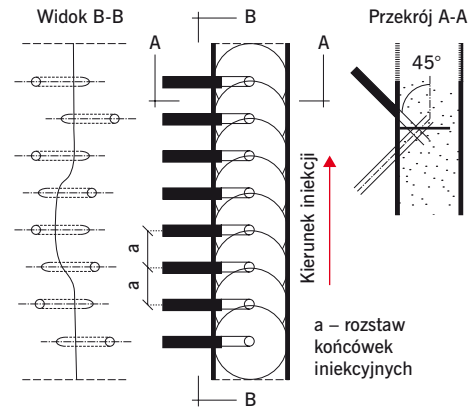
Stosowanie pakerów naklejanych wymusza powierzchniowe uszczelnienie rysy specjalnymi szpachlówkami mineralnymi lub masami epoksydowymi. Grubość szpachli nie może być mniejsza niż 3 mm. Jeżeli w obszarze rysy doszło do naruszenia struktury muru i dodatkowych uszkodzeń, często niezbędne jest dodatkowe spoinowanie muru. Podobnie (prostopadle do rysy) obsadza się pakery w sytuacji, gdy rysa jest szersza niż 2 mm. Jeśli wykonuję się iniekcję do rys wąskich, nawierca się otwory wzdłuż ich przebiegu, po obu stronach i pod kątem 45° (**RYS. 5.17**). Powinny one przecinać rysę w połowie jej głębokości. Zarówno w pierwszym, jak i w drugim przypadku konieczne jest odessanie odwiertów i rysy przed obsadzeniem pakerów. Nie zaleca się przedmuchiwania otworów, ponieważ może to spowodować zatkanie rysy.

Jeżeli przebieg rysy jest pionowy, niezależnie od typu stosowanych pakerów, iniekcję rozpoczyna się od dołu rysy i przesuwa się w miarę wypełniania rysy do jej górnej części. W razie wystąpienia jakichkolwiek problemów w trakcie iniekcji korzystne może być doiniektowanie poszczególnych pakerów, przeprowadzone jeszcze przed związaniem iniektu.

Jeżeli stosuje się spieniające żywice poliuretanowe, korzystnie jest pozostawić rysę częściowo otwartą, co znacznie ułatwia obserwację penetracji.



RYS. 5.16. Odstęp między pakerami; *rys.: L. Czarnecki, P.H. Emmons [46]*



RYS. 5.17. Odstęp między pakerami; *rys.: L. Czarnecki, P.H. Emmons [46]*

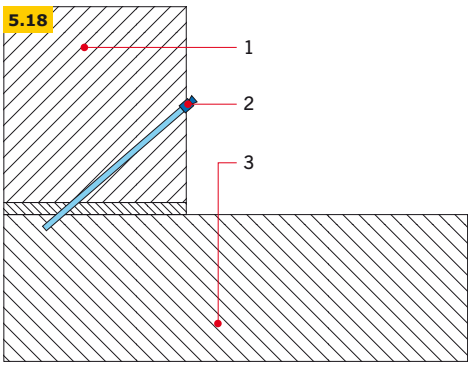
Podczas iniekcji rys nawodnionych proces przebiega dwuetapowo. W pierwszej fazie stosuje się iniekcję silnie spieniającą się żywicą poliuretanową. Powoduje ona przede wszystkim zatrzymanie przecieku wody, jej działanie nie jest jednak trwałe, dlatego w drugim etapie wtłacza się iniekt bardziej elastyczny, powodujący trwałe uszczelnienie (także na bazie poliuretanów). Nie ma on właściwości spieniających, lecz jest elastyczny i decyduje o trwałości uszczelnienia. Ciśnienie procesu oraz ilość wtłaczanego iniektu zależą od intensywności przecieku przez rysę, ciśnienia przecieku oraz geometrii rysy.

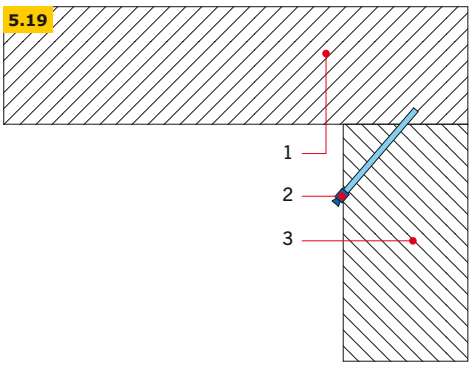
Jako urządzenia iniekcyjne stosuje się pompy elektryczne, powietrzne lub hydrauliczne. W sytuacji niewielkiego zakresu robót można stosować pompy z napędem ręcznym lub nożnym. Bardziej skomplikowane urządzenia potrafią dozować preparaty dwuskładnikowe nie tylko w proporcjach 1:1, lecz także innych; umożliwiają także ciągłą regulację ciśnienia oraz rejestrację parametrów iniekcji.

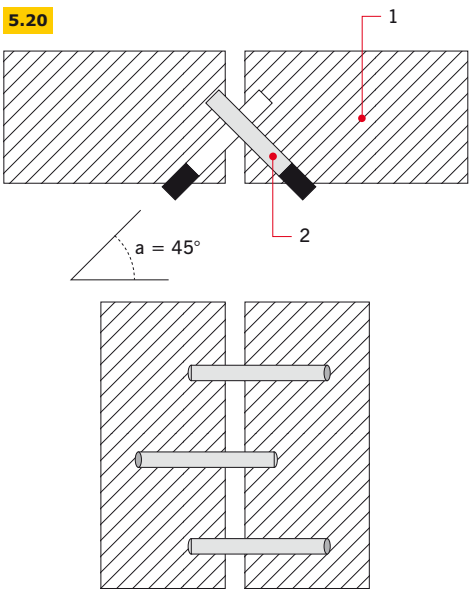
Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

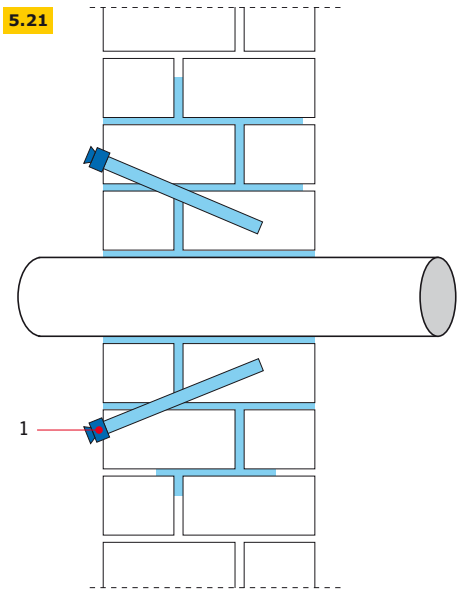
Całość prac iniekcyjnych należy udokumentować z uwzględnieniem rozmieszczenia pakerów w stosunku do przebiegu rysy. Kontrolę prac iniekcyjnych powinno się prowadzić analogicznie do zaleceń podanych w rozdziale „Kontrola podczas wykonywania iniekcji" (☞ 3.9.4) ze zwróceniem szczególnej uwagi na wszelkiego rodzaju utrudnienia czy przerwy oraz inne nieprawidłowości, wymagające niekiedy zmiany rodzaju iniektu czy parametrów procesu. Będą to przede wszystkim: ilość wtłaczanego iniektu nieadekwatna do rozmiarów rysy oraz brak ciągłości podczas wypełniania rysy zaobserwowany na sąsiadujących pakerach.

Na **RYS. 5.18–5.21** przedstawiono typowe schematy iniekcji uszczelniających.









RYS. 5.18–5.21. **Przykładowe schematy iniekcji uszczelniających;** *rys.: archiwum autora*

1 – ściana, **2** – paker iniekcyjny, **3** – fundament (**5.18**); **1** – strop, **2** – paker iniekcyjny, **3** – ściana (**5.19**); **1** – strop, **2** – paker iniekcyjny (**5.20**); **1** – iniekcja uszczelniająca (**5.21**);

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

LITERATURA

1. PN-EN ISO 13788:2003, „Cieplno-wilgotnościowe właściwości komponentów budowlanych i elementów budynku. Temperatura powierzchni wewnętrznej dla uniknięcia krytycznej wilgotności powierzchni i kondensacji międzywarstwowej. Metody obliczania".
2. WTA Merkblatt 2-9-04, „Sanierputzsysteme".
3. WTA Merkblatt 4-5-99, „Beurteilung von Mauerwerk. Mauerwerkdiagnostik".
4. WTA Merkblatt 4-11-02, „Messung der Feuchte von mineralischem Baustoffen".
5. WTA Merkblatt 4-4-04, „Mauerwerksinjektion gegen kapillare Feuchtigkeit".
6. WTA Merkblatt 4-6-05, „Nachträgliches Abdichten erdberührter Bauteile".
7. WTA Merkblatt 4-7-02, „Nachträgliche mechanische Horizontalsperre".
8. WTA Merkblatt 2-83, „Feuchtigkeitsmessung von Mauerwerk in den Altbausanierung und Baudenkmalpflege".
9. C. Magott, „Odtwarzanie izolacji poziomej i pionowej podczas renowacji obiektów zabytkowych", materiały Konferencji IZOLACJE 2013 „Rola izolacji w nowoczesnym projektowaniu i architekturze", Warszawa, 27–28 lutego 2013 r., s. 181–196.
10. C. Magott, M. Rokiel, K. Styrczula, „Przepony strukturalne i kurtynowe. Zagadnienia praktyczne. Ochrona budynków przed wilgocią i korozją biologiczną", PSMB, Wrocław 2012.
11. PN-B-24620:1998, PN-B-24620:1998/Az1:2004, „Lepiki, masy i roztwory asfaltowe stosowane na zimno".
12. PN-B-24006:1997, „Masa asfaltowo-kauczukowa".
13. PN-B-24000:1997, „Dyspersyjna masa asfaltowo-kauczukowa".
14. ZUAT-15/IV.07/2005, „Wyroby bitumiczne rozpuszczalnikowe. Masy asfaltowe i asfaltowe modyfikowane", ITB, Warszawa 2005.
15. ZUAT-15/IV.18/2005, „Wyroby bitumiczno-mineralne przeznaczone do wykonywania powłok hydroizolacyjnych", ITB, Warszawa 2005.
16. PN-EN 206-1:2003, PN-EN 206-1:2003/A1:2005, PN-EN 206-1:2003/A2:2006, „Beton – Część 1: Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność".
17. DIN 4030-1:2008-06, DIN 4030-1/A1:2011-08, „Beurteilung betonargreifender Wässer, Böden und Gase. Grundlagen und Grenzwerte".
18. PN-EN 15814:2011 (oryg.), „Grubowarstwowe powłoki asfaltowe modyfikowane polimerami do izolacji wodochronnej. Definicje i wymagania".
19. DIN 18195:2000-08, „Bauwerksabdichtung".
20. „Richtlinie für die Planung und Ausfuhrung von Abdichtung von Bauteilen mit kunststoffmodifizierten Bitumendickbeschichtungen (KMB) – erdberührte Bauteile", Deutsche Bauchemie e.V. 2001.
21. „Richtlinie für die Planung und Ausführung von Abdichtung mit kunststoffmodifizierten Bitumendickbeschichtungen (KMB) – erdberührte Bauteile", Deutsche Bauchemie e.V. 2010.

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

22. ZUAT-15/IV.13/2002, „Wyroby zawierające cement przeznaczone do wykonywania powłok hydroizolacyjnych", ITB, Warszawa 2002.

23. PN-EN 13969:2006, PN-EN 13969:2006/A1:2007, „Elastyczne wyroby wodochronne. Wyroby asfaltowe do izolacji przeciwwilgociowej łącznie z wyrobami asfaltowymi do izolacji przeciwwodnej części podziemnych. Definicje i właściwości".

24. PN-EN 14967:2007, „Elastyczne wyroby wodochronne. Wyroby asfaltowe do poziomej izolacji przeciwwilgociowej. Definicje i właściwości".

25. J. Ważny, J. Karyś, „Ochrona budynków przed korozją biologiczną", Arkady, Warszawa 2001.

26. B. Francke, „Komentarz do normy PN-EN 14967:2007 »Elastyczne wyroby wodochronne. Wyroby asfaltowe do poziomej izolacji przeciwwilgociowej. Definicje i właściwości« wraz z zaleceniami ITB dla wyrobów objętych normą", ITB, Warszawa 2010.

27. PN-EN 13967:2006, „Elastyczne wyroby wodochronne. Wyroby z tworzyw sztucznych i kauczuku do izolacji przeciwwilgociowej łącznie z wyrobami z tworzyw sztucznych i kauczuku do izolacji przeciwwodnej części podziemnych. Definicje i właściwości".

28. PN-EN 14909:2007, „Elastyczne wyroby wodochronne. Wyroby z tworzyw sztucznych i kauczuku do poziomej izolacji przeciwwilgociowej. Definicje i właściwości".

29. B. Francke, „Komentarz do normy PN-EN 14909:2007 »Elastyczne wyroby wodochronne. Wyroby z tworzyw sztucznych i kauczuku do poziomej izolacji przeciwwilgociowej. Definicje i właściwości« wraz z zaleceniami ITB dla wyrobów objętych normą", ITB, Warszawa 2011.

30. „Warunki techniczne wykonania i odbioru robót budowlanych. Część A: Roboty ziemne i konstrukcyjne. Zeszyt 5: Konstrukcje betonowe i żelbetowe", ITB, Warszawa 2010.

31. „Warunki techniczne wykonania i odbioru robót budowlanych. Część A: Roboty ziemne i konstrukcyjne. Zeszyt 3: Konstrukcje murowe, ITB, Warszawa 2006.

32. „Warunki techniczne wykonania i odbioru robót budowlanych. Część B: Roboty wykończeniowe. Zeszyt 1: Tynki", ITB, Warszawa 2011.

33. DIN 18202:2007-07, „Toleranzen im Hochbau – Bauwerke".

34. Merkblatt „Toleranzen im Hochbau", BVN, 2000.

35. PN-EN 1008:2004, „Woda zarobowa do betonu. Specyfikacja pobierania próbek, badanie i ocena przydatności wody zarobowej do betonu, w tym wody odzyskanej z procesów produkcji betonu".

36. „Specyfikacja techniczna wykonania i odbioru robót budowlanych. Wtórne izolacje przegród w budynkach wykonywane metodą iniekcji", OWEOB Promocja, Warszawa 2006.

37. K. Germaniuk, D. Sybilski, „Zalecenia wykonywania izolacji z pap zgrzewalnych i nawierzchni asfaltowych na drogowych obiektach mostowych", IBDiM, Warszawa 2005.

38. „Richtlinie für die Planung und Ausführung von Abdichtung erdberührter Bauteile mit flexiblen Dichtungsschlämmen", Deutsche Bauchemie e.V. 2006.

39. K. Germaniuk i in., „Katalog zabezpieczeń powierzchniowych drogowych obiektów inżynierskich. Część 1. Wymagania", IBDiM, Wrocław 2002.

40. PN-EN 13163:2009, „Wyroby do izolacji cieplnej w budownictwie. Wyroby ze styropianu (EPS) produkowane fabrycznie. Specyfikacja".

41. PN-EN 13164:2010, „Wyroby do izolacji cieplnej w budownictwie. Wyroby z polistyrenu ekstrudowanego (XPS) produkowane fabrycznie. Specyfikacja".

42. PN-B-20132:2005, „Wyroby do izolacji cieplnej w budownictwie. Wyroby ze styropianu (EPS) produkowane fabrycznie. Zastosowania".

43. PN-EN ISO 6946:2008, „Komponenty budowlane i elementy budynku. Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczania".

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613

44. WTA Merkblatt 2-2-91, „Sanierputzsysteme".

45. PN-EN 998-1:2010, „Wymagania dotyczące zapraw do murów. Część 1: Zaprawa tynkarska".

46. L. Czarnecki, P.H. Emmons, „Naprawa i ochrona konstrukcji betonowych", Polski Cement, Kraków 2002.

47. M. Rokiel, „Poradnik. Hydroizolacje w budownictwie", DW Medium, Warszawa 2009.

48. M. Rokiel, „Hydroizolacje podziemnych części budynków i budowli. Projektowanie i warunki techniczne wykonania i odbioru robót", DW Medium, Warszawa 2012.

49. „Specyfikacja techniczna wykonania i odbioru robót budowlanych. Roboty hydroizolacyjne. Izolacje przeciwwilgociowe i wodochronne części podziemnych i przyziemi budynków", OWEOB Promocja, Warszawa 2006.

50. „Warunki techniczne wykonania i odbioru robót budowlanych. Poradnik projektanta, kierownika budowy i inspektora nadzoru", praca zbiorowa, Verlag Dashofer, Warszawa 2013.

51. „Budownictwo ogólne", praca zbiorowa, t. 2: „Fizyka budowli", pod kier. P. Klemma, aut. D. Chwieduk [i in.], Arkady, Warszawa 2007.

52. W. Kiernożycki, A. Adamczyk, „Naprawa i uszczelnianie dylatacji w konstrukcjach żelbetowych", XIII Ogólnopolska konferencja „Warsztat Pracy Projektanta", Ustroń 1998.

Plik zabezpieczony watermarkiem jawnym i niejawnym: 11934673A3361613